

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**В. М. Ковалевський**

# **ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ :**

## **ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛІВ ПРИЛАДІВ ТА ПРИСТРОЇВ У КОНТУРАХ КОНТРОЮ І КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ**

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського як навчальний посібник  
для студентів, які навчаються за спеціальністю 151 «Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані технології» і освітньо-професійною програмою  
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології хімічних виробництв»*

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2019

Рецензент: *Шилович Т. Б.*, канд. техн. наук, доцент кафедри «Хімічного, полімерного та силікатного машинобудування», Інженерно-хімічного факультету, «КПІ» ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний редактор *Жученко А. І.*, завідувач кафедри «Автоматизації хімічних виробництв», доктор технічних наук, професор

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 1 від 26.09.2019 р.) за поданням Вченої ради Інженерно-хімічного факультету (протокол № 5 від 3.06.2019 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

*Валерій Михайлович Ковалевський*, канд. техн. наук., доц.

## **ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ :**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛІВ ПРИЛАДІВ ТА ПРИСТРОЇВ У КОНТУРАХ КОНТРОЮ І КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ**

Технічні засоби автоматизації: Визначення характеристик сигналів приладів та пристроїв у контурах контролю і керування процесом технологічного апарату [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології хімічних виробництв» / В. М. Ковалевський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,36 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 163 с.

Навчальний посібник створено для студентів по правилах виконання завдань з розрахунково-графічної роботи кредитного модуля навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації. Електричні елементи та пристрої автоматизації». У навчальному посібнику розглядається схема автоматизації процесу технологічного апарату та відповідні приклади по розрахунках статичних характеристик сигналів між приладами та пристроями у контурах контролю і керування технологічним процесом хімічного реактора-нейтралізатора.

© В. М. Ковалевський, 2019

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019

## З М І С Т

	Стор.
Вступ. ....	5
1. Структура розрахунково-графічної роботи кредитного модуля навчальної дисципліни та інформація по оформленню матеріалів пояснювальної записки .....	9
2. Приклад розробки схеми автоматизації для технологічного процесу хімічного реактора-нейтралізатора .....	14
3. Функціональна схема контурів контролю і керування технологічним процесом хімічного реактора-нейтралізатора .....	23
3.1 Правила по визначенню характеристик сигналів приладів та пристроїв у контурах контролю і керування процесом технологічного апарату .....	25
3.1.1 Приклад паспортизації технічних засобів і визначення статичних характеристик сигналів у контуру регулювання рівня суміші в об'єму корпусу реактора-нейтралізатора .....	25
3.1.2 Приклад паспортизації технічних засобів і розрахунки статичних характеристик сигналів у контуру регулювання витрати потоку фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор .....	46
3.1.3 Приклад паспортизації технічних засобів і розрахунки статичних характеристик сигналів у контуру регулювання витрати потоку аміаку $\text{NH}_3$ на вході у реактор-нейтралізатор .....	69
3.1.4 Приклад паспортизації технічних засобів і розрахунки статичних характеристик сигналів у контуру контролю значень рН пульпи на виході з реактора-нейтралізатора ....	92
3.1.5 Приклад паспортизації технічних засобів і розрахунки статичних характеристик сигналів у контуру регулювання температури нейтралізованої пульпи на виході з реактора-нейтралізатора .....	101
4. Функціональна схема контурів контролю з сигналізацією відхилення значень вимірюваних параметрів процесу.....	124

4.1 Правила по визначенню характеристик сигналів пристроїв та приладів у контурах контролю з сигналізацією відхилення значення вимірюваного параметру технологічного процесу .....	127
4.1.1 Приклад паспортизації технічних засобів і визначення статичних характеристик сигналів у контуру контролю з сигналізацією температури потоку фосфорної пульпи .....	127
4.1.2 Приклад паспортизації технічних засобів і визначення статичних характеристик сигналів у контуру контролю з сигналізацією температури потоку аміаку $\text{NH}_3$ .....	140
5. Література .....	153
Додаток № 1. Приклад оформлення титульної сторінки для записки розрахунково-графічної роботи .....	154
Додаток № 2. Приклад специфікації на технічні засоби для схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора-нейтралізатора .....	155

## ВСТУП

В проектах по системах керування технологічними процесами хімічного виробництва основними документами разом з технологічними регламентами є схеми автоматизації процесів у технологічних апаратах. На основі схем з автоматизації технологічних процесів для комплексу проектної документації по системах керування процесами розробляються:

- принципів електричні схеми до усіх контурів контролю і керування;
- схеми для систем контролю вимірюваних параметрів з технологічною сигналізацією відхилення значення вимірюваного параметру.

При вивченні матеріалів навчальної дисципліни “Технічні засоби автоматизації ” студенти спочатку для розрахунково-графічної роботи виконують розробку креслення схеми автоматизації технологічних процесів з хімічного виробництва. Схема автоматизації відповідно до стандартів на автоматизацію технологічних процесів у апаратах будується за допомогою умовних графічних позначень з записами функцій по роботі кожного вимірювача технологічного параметру, приладу, регулятора та різних пристроїв у контурах контролю і регулювання. При створенні схеми автоматизації технологічних процесів з хімічного виробництва у розробників систем контролю і керування завжди виникають такі актуальні запитання:

- структура контурів контролю і регулювання параметрів технологічного процесу відповідного апарату з виробництва;
- структура контурів контролю з сигналізацією відхилення значень вимірюваних параметрів технологічного процесу;
- види та значення сигналів у ланцюгах між приладами, регуляторами та пристроями у контурах контролю і регулювання та сигналізації значень вимірюваних параметрів для забезпечення якісного функціонування системи керування технологічними процесами у апаратах на хімічному виробництві.

Коли розробник схеми автоматизації технологічних процесів хімічного виробництва визначить відповіді на вище вказані запитання, тоді він може

створити відповідну структуру технічних засобів автоматизації у вигляді контурів контролю, регулювання та технологічної сигналізації.

Розрахунково-графічна робота (РГР) кредитного модуля навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації – 1. Електричні елементи та пристрої автоматизації» виконується студентами на тему *«Розрахунки статичних характеристик сигналів для контуру регулювання та контролю з сигналізацією значення параметру технологічного процесу (назва хімічного виробництва)»*.

Актуальність такої теми для виконання РГР визначено тим, що статичні характеристики сигналів між приладами та пристроями у контурах регулювання і контролю є важливими з таких причин:

1). Для нових сучасних приладів і регуляторів потрібно завжди виконувати налаштування для блоків та дисплеїв по відповідних характеристиках сигналів у контурах контролю і регулювання;

2). При експлуатації контуру контролю або регулювання, з деяким часом потрібно виконувати перевірку якості роботи приладу, або регулятора чи пристрою і тоді для такої перевірки потрібні статичні характеристики сигналів для відповідного регулятора, приладу і пристрою у ланцюгах контуру;

3). При проведенні ремонтних робіт з регуляторами, приладами та пристроями також потрібні статичні характеристики сигналів у ланцюгах між приладами та пристроями відповідного контуру контролю, або регулювання.

В даному навчальному посібнику для успішного виконання студентами завдань для розрахунково-графічної роботи навчальної дисципліни розглядаються методи і правила по визначенню статичних характеристик сигналів у ланцюгах між пристроями і приладами у контурах контролю та регулювання параметрів зі схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора-нейтралізатора. В навчальних прикладах для контурів контролю і регулювання параметрів технологічного процесу хімічного реактора-нейтралізатора розглядаються питання, які пов'язані з ланцюгами сигналів між вимірювальними пристроями,

приладами, автоматичними регуляторами, регулювальними клапанами та іншими технічними засобами автоматизації.

Методи і правила по визначенню статичних характеристик сигналів розглянуто на прикладах з використанням у контурах контролю, регулювання та сигналізації сучасних мікропроцесорних приладів, регуляторів і технічних засобів автоматизації «МІКРОЛ» і на інших технічних засобах, які були в Україні показані на виставках з автоматизації технологічних процесів та на сайтах різних фірм з реалізації різноманітних технічних засобів автоматизації.

В навчальному посібнику використовуються такі скорочення та позначення для рисунків, схем, графіків та таблиць з даними для характеристики сигналів:

Таблиця № В1.

Позначення і скорочення у посібнику	Зміст елементів у позначеннях і скороченнях та їх призначення
ТЗА	Технічний Засіб Автоматизації технологічного процесу.
БРУ	Блок Ручного Управління.
TIAS	Функції виконувані приладом у контуру контролю: Т – температура; І – показання значення параметру на дисплею; А – сигналізація на панелі приладу; S – формування дискретного сигналу відповідно до налаштування приладу.
НІС	Функції блоку ручного управління: Н – ручне управління процесом; І – показання значення параметру на дисплею БРУ; С – управління сигналом для регулювального клапану.
ТЕ	Функції вимірювача технологічного параметру: Т – температура; Е – первинне вимірювальне перетворення значення параметру ( температура ) у сигнал.
FE	Функції вимірювача технологічного параметру: F – витрата потоку рідини або потоку газів; Е – первинне вимірювальне перетворення значення параметру ( витрата ) у сигнал.
TY <sup>E/P</sup> , FY <sup>E/P</sup>	Позначення перетворювача електричного сигналу у тиск повітря для контуру регулювання параметру: TY – температури; FY – витрати потоку.
(поз. 7-3)	Позначення позиції приладу або пристрою чи регулювального клапану на схемі автоматизації технологічного процесу: 7- порядковий номер контуру на схемі; 3- порядковий номер технічного засобу у контуру.
Таблиця П.7-3	Паспорт даних для приладу з позицією (поз. 7-3) на схемі автоматизації технологічного процесу.
Таблиця ПД.7-3	Паспорт даних для дисплея приладу з позицією (поз. 7-3) на схемі автоматизації технологічного процесу.
Таблиця Д.7-3	Таблиця з даними по розрахунках статичної характеристики сигналів для приладу або пристрою.
Таблиця ДД.7-3	Таблиця з даними статичної характеристики для дисплея приладу або блоку ручного управління.

KM1 , KM2	Електромагнітні реле на схемі автоматизації технологічного процесу.
HL1 , HL2	Сигнальний елемент на схемі автоматизації, наприклад, лампочка сигнальна відповідного кольору.
МП1 , МП2	Позначення на схемі автоматизації магнітних пускачів для включення живлення або відключення живлення електрообладнання процесу.
SB1, SB2	Кнопка на пульті керування: S – включити або відключити ланцюг; В – кнопка для замикання ланцюгу струму або для відключення ланцюгу струму.
Рис. 4.50	Позначення для рисунків схем та графіків: 4 – номер розділу в посібнику; 50 – порядковий номер нумерації рисунків графіків або схем.
GE (поз. 4-7)	Датчик положення регульовального клапану: G – зміщення клапану; Е – первинне вимірювальне перетворення значення параметру ( зміщення ) у сигнал; (поз. 4-7) – позиція датчика на схемі автоматизації технологічного процесу.
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для <b>TE</b>	X <sub>0</sub> – мінім температура, X <sub>к</sub> – максимум температура; Y <sub>0</sub> – мінім значення вихідного сигналу вимірювача, Y <sub>к</sub> – максимум значення вихідного сигналу вимірювача.
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для <b>FE</b>	X <sub>0</sub> – мінім витрата, X <sub>к</sub> – максимум витрата; Y <sub>0</sub> – мінім значення вихідного сигналу вимірювача, Y <sub>к</sub> – максимум значення вихідного сигналу вимірювача
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для <b>TT</b>	X <sub>0</sub> – мінім значення вхідного сигналу, X <sub>к</sub> – максимум значення вхідного сигналу; Y <sub>0</sub> – мінім значення вихідного сигналу вимірювача (4mA) , Y <sub>к</sub> – максимум значення вихідного сигналу вимірювача (20 mA).
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для <b>FT</b>	X <sub>0</sub> – мінім значення вхідного сигналу, X <sub>к</sub> – максимум значення вхідного сигналу; Y <sub>0</sub> – мінім значення вихідного сигналу вимірювача (4mA) , Y <sub>к</sub> – максимум значення вихідного сигналу вимірювача (20 mA).
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для <b>TICA</b>	X <sub>0</sub> – мінім значення вхідного сигналу (4mA), X <sub>к</sub> – максимум значення вхідного сигналу (20 mA); Y <sub>0</sub> – мінім значення вихідного сигналу регулятора (4mA), Y <sub>к</sub> – максимум значення вихідного сигналу регулятора (20 mA).
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для дисплея <b>TICA</b>	X <sub>0</sub> – мінім значення вхідного сигналу (4mA), X <sub>к</sub> – максимум значення вхідного сигналу (20 mA); Y <sub>0</sub> – мінім значення температури на дисплею, Y <sub>к</sub> – максимум значення температури на дисплею.
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для <b>FICA</b>	X <sub>0</sub> – мінім значення вхідного сигналу (4mA), X <sub>к</sub> – максимум значення вхідного сигналу (20 mA); Y <sub>0</sub> – мінім значення вихідного сигналу регулятора (4mA), Y <sub>к</sub> – максимум значення вихідного сигналу регулятора (20 mA).
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для дисплея <b>FICA</b>	X <sub>0</sub> – мінім значення вхідного сигналу (4mA), X <sub>к</sub> – максимум значення вхідного сигналу (20 mA); Y <sub>0</sub> – мінім значення витрати на дисплею, Y <sub>к</sub> – максимум значення витрати на дисплею.
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для <b>HC</b>	X <sub>0</sub> – мінім значення вхідного сигналу (4mA), X <sub>к</sub> – максимум значення вхідного сигналу (20 mA); Y <sub>0</sub> – мінім значення вихідного сигналу БРУ (4mA), Y <sub>к</sub> – максимум значення вихідного сигналу БРУ (20 mA).
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для дисплея <b>HC</b>	X <sub>0</sub> – мінім значення вхідного сигналу (4mA), X <sub>к</sub> – максимум значення вхідного сигналу (20 mA); Y <sub>0</sub> – мінім значення % зміщення клапану на дисплею, Y <sub>к</sub> – максимум значення % зміщення клапану на дисплею.
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для T <sup>E/P</sup> , F <sup>E/P</sup>	X <sub>0</sub> – мінім значення вхідного сигналу (4mA), X <sub>к</sub> – максимум значення вхідного сигналу (20 mA); Y <sub>0</sub> – мінім значення вихідного сигналу перетворювача сигналів (0,2 Кг/см <sup>2</sup> ), Y <sub>к</sub> – максимум значення вихідного сигналу перетворювача (1,0 Кг/см <sup>2</sup> ).
Значення X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub> , X <sub>к</sub> , Y <sub>к</sub> для GE	X <sub>0</sub> – мінім значення зміщення клапану, X <sub>к</sub> – максимум значення зміщення клапану; Y <sub>0</sub> – мінім значення вихідного сигналу датчика (4mA) , Y <sub>к</sub> – максимум значення вихідного сигналу датчика положення клапану (20 mA).



## **1. Структура розрахунково-графічної роботи кредитного модуля навчальної дисципліни та інформація по оформленню матеріалів пояснювальної записки**

Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у апаратах на хімічних виробництвах, їх чутливість до порушень режиму, а також підвищена вибухова та пожежна небезпечність і шкідливі умови роботи технологічного персоналу є підставами, які спричиняють підвищену увагу до питань автоматизації хіміко-технологічних процесів. Сучасні системи автоматизації відповідного виробництва з автоматичним контролем та керуванням параметрами технологічного процесу забезпечують потрібну якість продукції на виході з апаратів, раціональне використання сировини та енергії, зменшення чисельності технічного персоналу, подовження термінів міжремонтного пробігу технологічного устаткування.

Кредитний модуль навчальної дисципліни “Технічні засоби автоматизації -1” направлено на підготовку студента, як випускника вищого навчального закладу з якостями навчання за циклом професійної і практичної підготовки з забезпеченням професійної компетентності та змістовної підготовки до таких основних видів діяльності:

- **Проектно-конструкторської діяльності** зі здібностями до участі в розробці технічної документації при проектуванні схем автоматизації відповідно діючим стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам зі знаннями сучасних засобів автоматизації, умов їх експлуатації та умінням проектувати схеми автоматизації хіміко-технологічних процесів;
- **Виробничо-технологічної діяльності** зі здібностями виконувати роботи по автоматизації процесів і контролю на виробництві та під час експлуатації, використовувати сучасні методи та засоби автоматизації, контролю, випробування, управління процесами зі знаннями елементної бази сучасних технічних засобів автоматизації та умінням експлуатувати засоби керування.

Основними цілями і задачами кредитного модуля навчальної дисципліни “Технічні засоби автоматизації – 1” для студентів згідно освітньо-професійної

програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології хімічних виробництв» є одержання практичних знань по методах, правилах, стандартах та технічним засобам автоматизації з систем керування технологічними процесами.

У процесі виконання завдань з РГР студенти отримують такі знання та уміння:

- знання особливостей відповідного процесу у технологічного апарату, як об'єкту автоматичного контролю і регулювання;
- уміння кваліфіковано розробляти контури контролю, сигналізації та регулювання для схеми автоматизації технологічного процесу з хімічного виробництва;
- знання з принципів роботи і функціональних можливостей технічних засобів (пристроїв, приладів, регуляторів) у контурах контролю, сигналізації та регулювання;
- знання структури сигналів приладів та пристроїв у контурах контролю, регулювання та схемах для технологічної сигналізації значень вимірюваних параметрів технологічного процесу;
- знання по методах підбору технічних засобів автоматизації для створення систем автоматичного контролю і регулювання;
- уміння визначати залежності для розрахунків характеристик сигналів між приладами та пристроями у контурах контролю, сигналізації та регулювання.

У робочій програмі кредитного модуля навчальної дисципліни “Технічні засоби автоматизації – 1” передбачено для студентів виконання розрахунково-графічної роботи, яка складається з пояснювальної записки і комп'ютерного креслення схеми автоматизації технологічних процесів з відповідного хімічного виробництва.

Основна увага і завдання у розрахунково-графічній роботі направлені на навчання студентів по методах створення та технічної реалізації контурів контролю і регулювання параметрів технологічного процесу, а також аналізу з їх функціонування у контурах, розробленої схеми автоматизації для відповідного процесу у технологічному апараті.

Розрахунково-графічна робота орієнтована на вирішення таких основних задач по автоматизації технологічних процесів на хімічних виробництвах:

- аналіз процесів з виробництва та практичне визначення відповідних контурів контролю, регулювання та сигналізації для побудування схеми автоматизації процесів у технологічних апаратах;
- практичне виконання підбору технічних засобів автоматизації для спроектованих контурів контролю, регулювання і сигналізації параметрів у схемі автоматизації процесів у технологічних апаратах з хімічного виробництва;
- виконання розрахунків для визначення статичних характеристик для сигналів між приладами і пристроями у контурах контролю, регулювання та сигналізації.

Розрахунково-графічна робота складається з виконання наступних завдань:

### Завдання РГР № 1.

#### Для контуру регулювання параметру об'єкта керування

Необхідно для відповідно контуру регулювання зі схеми автоматизації процесу технологічного апарату виконати наступне:

- Розглянути функціональну схему контуру регулювання згідно схеми автоматизації та опису технологічного процесу, як об'єкту керування;
- Навести рисунок контуру регулювання зі схеми автоматизації технологічного апарату;
- Скласти опис функціонування контуру регулювання технологічного параметру об'єкту керування;
- Виконати для контуру регулювання підбір приладів, тобто технічних засобів автоматизації та записати їх в таблицю у вигляді специфікації;
- Відповідно до специфікації на технічні засоби автоматизації виконати паспортизацію приладів з контуру регулювання технологічного параметру;
- По даних паспортизації технічних засобів для контуру регулювання необхідно виконати визначення функціональної залежності для сигналів, які використовуються у ланцюгах між приладами та пристроями;

- Виконати розрахунки статичних характеристик для сигналів з визначенням функціональної залежності між сигналами у ланцюгах усіх приладів і пристроїв контуру регулювання параметру технологічного процесу;
- Виготовити у графічному редакторі комп'ютерні рисунки графіків для розрахованих статичних характеристик сигналів у ланцюгах між приладами і пристроями з контуру регулювання технологічного параметру.

### **Завдання РГР № 2.**

#### **Для контуру контролю з технологічною сигналізацією відхилення параметру процесу за допустиме MIN значення**

Необхідно згідно розробленої схеми автоматизації технологічного процесу для відповідного контуру контролю з сигналізацією відхилення значення технологічного параметра об'єкту керування виконати наступне:

- Розглянути функціональну схему контуру контролю з сигналізацією зі схеми автоматизації технологічного процесу об'єкту керування;
- Навести рисунок контуру контролю з сигналізацією зі схеми автоматизації технологічного апарату;
- Скласти опис функціонування контуру контролю з сигналізацією про відхилення значення параметру об'єкта керування;
- Виконати для контуру контролю з сигналізацією підбір приладів і пристроїв, тобто технічних засобів автоматизації і записати їх у вигляді специфікації;
- Відповідно зі специфікацією на технічні засоби контуру контролю з сигналізацією виконати паспортизацію приладів і пристроїв;
- Виконати розрахунки статичних характеристик для сигналів у ланцюгах між приладами і пристроями контуру контролю з сигналізацією;
- Виготовити у графічному редакторі комп'ютерні рисунки графіків для розрахованих статичних характеристик сигналів у ланцюгах між приладами і пристроями у контурі контролю з технологічною сигналізацією.

Розрахунково-графічна робота повинна мати матеріали, які виконані і оформлені студентами згідно відповідних стандартів для схем автоматизації,

функціональних схем контролю і регулювання та правил оформлення пояснювальної записки на матеріали з розробок для інженерно-технічних задач та по задачах автоматизації технологічних процесів.

Розрахунково-графічна робота повинна відповідати змісту вище вказаним завданням РГР № 1 та РГР № 2 і оформлена згідно до таких вимог:

### **Оформлення пояснювальної записки РГР:**

- пояснювальну записку для РГР потрібно виконати у програмі **WORD**, шрифтом № 14, з інтервалом 1,5;
- аркуші сторінок пояснювальної записки РГР повинні мати штамп з номером сторінки;
- оформлюється відповідна папка для розміщення пояснювальної записки РГР та схеми автоматизації технологічних процесів з хімічного виробництва.

### **Схема автоматизації:**

- схема автоматизації технологічних процесів хімічного виробництва виконується на комп'ютері у графічному редакторі для аркушу формату A2 або A1.

### **Зміст пояснювальної записки РГР**

	Сторінка
Завдання і графік виконання РГР .....	стор
1. Схема автоматизації технологічних процесів (назва виробництва).....	стор
2. Контур регулювання (назва параметру) зі схеми автоматизації процесу технологічного апарату .....	стор
2.1 Функціональна схема контуру регулювання (назва параметру).....	стор
2.2 Паспортизація технічних засобів і статичні характеристики сигналів приладів та пристроїв у контурі регулювання (назва параметру) .....	стор
2.3 Специфікація на технічні засоби контуру регулювання (назва параметру) .....	стор
3. Контур контролю з сигналізацією значення (назва параметру) зі схеми автоматизації процесу технологічного апарату.....	стор
3.1 Функціональна схема контуру контролю (назва параметру) з технологічною сигналізацією .....	стор
3.2 Паспортизація технічних засобів і статичні характеристики сигналів приладів та пристроїв у контурі контролю (назва параметру) з технологічною сигналізацією .....	стор
3.3 Специфікація на технічні засоби контуру контролю (назва параметру) з технологічною сигналізацією .....	стор
4. Література .....	стор
Додаток №1. Креслення схеми автоматизації технологічних процесів (назва хімічного виробництва) .....	стор
Додаток №2. Специфікація на технічні засоби контуру регулювання (назва технологічного параметру) .....	стор
Додаток №3. Специфікація на технічні засоби контуру контролю з сигналізацією MIN значення (назва параметру) .....	стор

Для виконання РГР необхідно студентам спочатку розробити схему автоматизації технологічних процесів для завданого хімічного виробництва. Схему автоматизації потрібно описати у пояснювальній записці РГР у пункту № 1 і далі для схеми автоматизації студентам потрібно виконувати такі завдання:

- завдання РГР №1 для пункту № 2 і відповідних підпунктів 2.1, 2.2 та 2.3 у записці РГР;

- завдання РГР №2 для пункту № 3 і відповідних підпунктів 3.1, 3.2 та 3.3 у записці РГР (див. вище зміст пояснювальної записки).

## **2. Приклад розробки схеми автоматизації для процесу хімічного реактора-нейтралізатора**

Приклад схеми автоматизації технологічного процесу розглянемо для хімічного реактора-нейтралізатора з виробництва комплексного хімічного мінерального азотно-фосфорного-калійного добрива – нітроамофоска [1]. Хімічний реактор-нейтралізатор для переробки фосфорної пульпи у виробництві нітроамофоски має конструкцію, яку показано на рис. 2.1. У виробництві нітроамофоски процес нейтралізації фосфорної пульпи виконується за допомогою реактора-нейтралізатора, де при швидкому змішуванні потоку фосфорної пульпи з газовим потоком аміаку  $\text{NH}_3$  виникає хімічна реакція нейтралізації пульпи, яка подається далі на наступні стадії виробництва хімічного азотно-фосфорного-калійного добрива.

Для побудування схеми автоматизації процесу хімічного реактора-нейтралізатора фосфорної пульпи необхідно зображення рис. 2.1 спростити до зображення схеми типового хімічного реактора-нейтралізатора у вигляді, як це показано на рис. 2.2. У навчальному посібнику будемо використовувати для хімічного реактора-нейтралізатора зображення схеми (рис. 2.2). Приклади для контурів регулювання та контролю з сигналізацією відхилення за MIN значення вимірюваного параметру процесу нейтралізації розглянуто у навчальному посібнику на основі прикладу схеми автоматизації технологічного процесу з типового хімічного реактора-нейтралізатора.

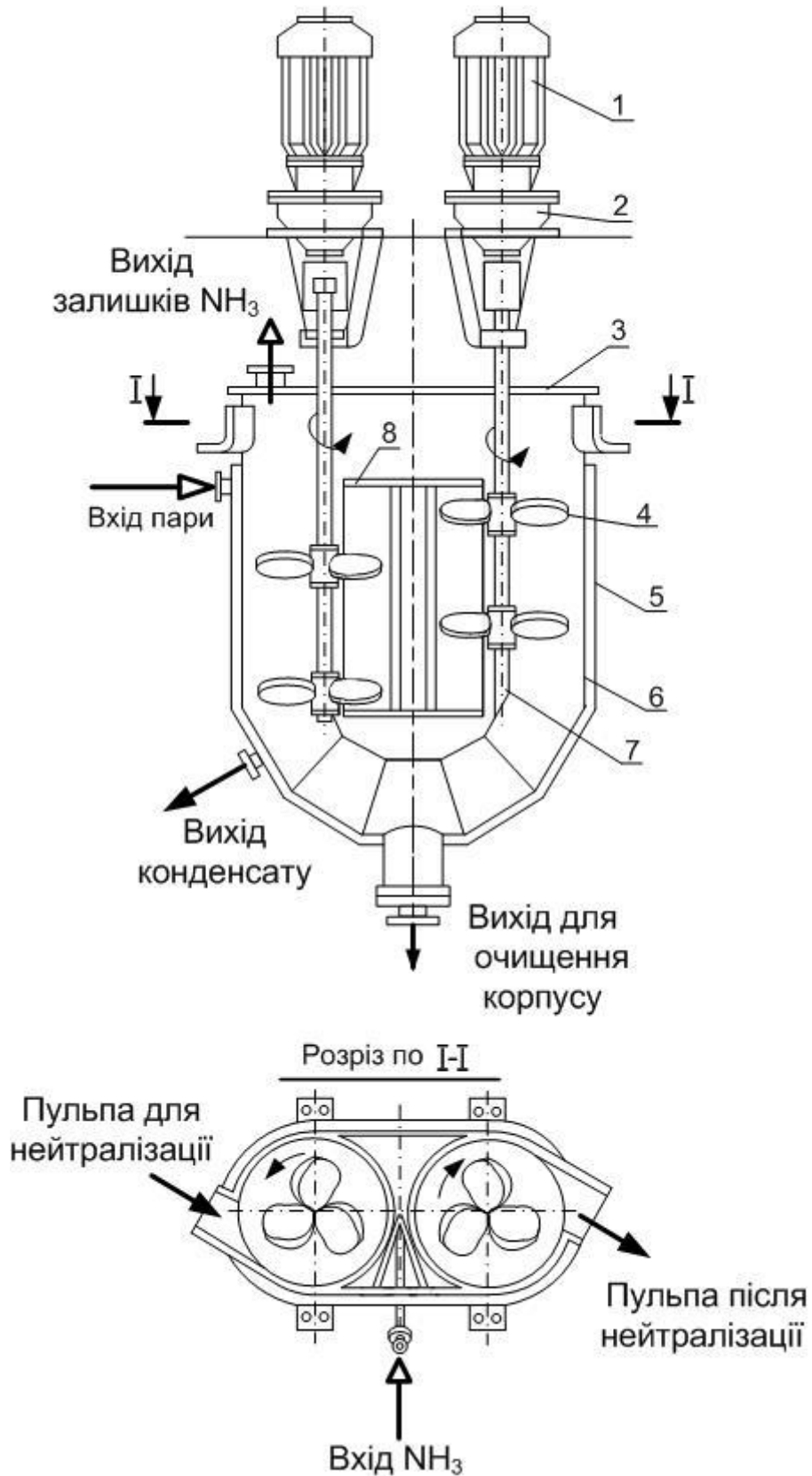


Рис. 2.1. Схема конструкції реактора-нейтралізатора фосфорної пульпи:  
1 – електромотор; 2 – редуктор; 3 – кришка реактора; 4 – лопаті змішувача; 5 – зовнішній теплообмінник; 6 – корпус реактора; 7 – вал змішувача; 8 – корпус змішувача.

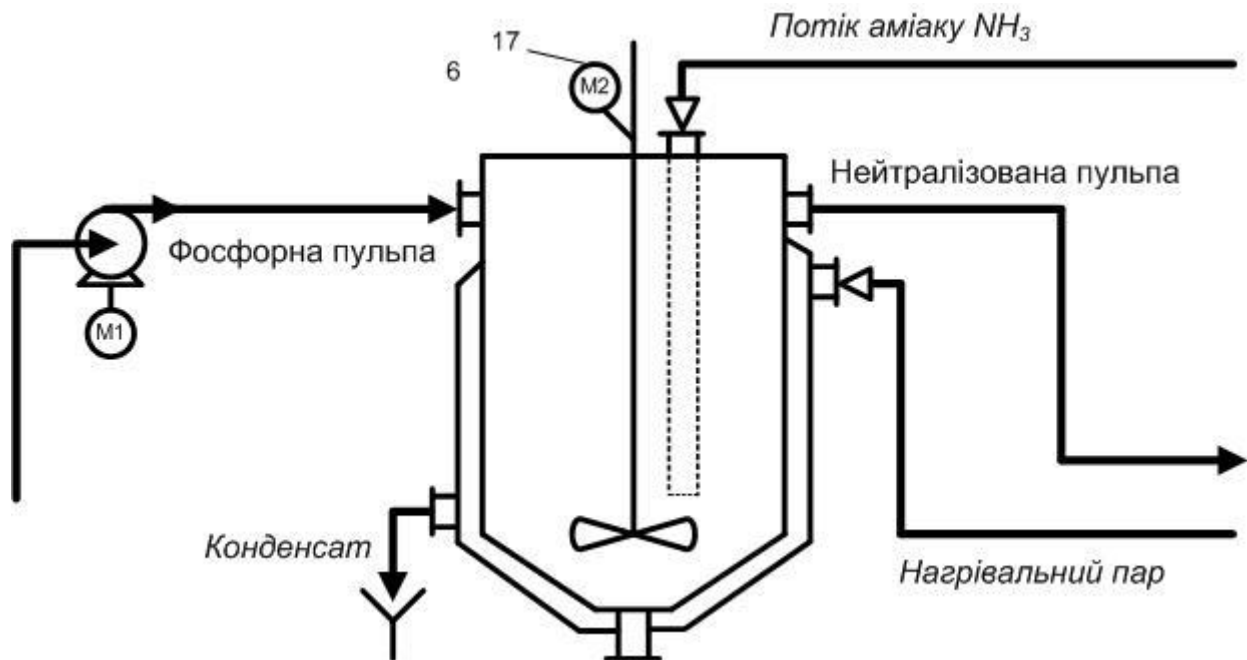


Рис. 2.2. Технологічна схема типового реактора-нейтралізатора фосфорної пульпи.

Приклад зображення схеми автоматизації для технологічного процесу хімічного реактора-нейтралізатор показано на рис. 2.3 і побудована вона на основі типових схем контролю і регулювання технологічних параметрів об'єкту керування відповідно до роботи [2]. Схема автоматизації (рис. 2.3 ) має контури контролю і регулювання, які забезпечують ведення технологічного процесу по змішуванню вхідного потоку фосфорної пульпи з потоком аміаку NH<sub>3</sub> для отриманням потрібної якості рН нейтралізованої пульпи на виході з хімічного реактора-нейтралізатора відповідно до вимог технологічного регламенту на процес. Технологічний процес нейтралізації фосфорної пульпи аміаком NH<sub>3</sub> супроводжується ендотермічною хімічною реакцією, яка підтримується за рахунок тепла від перегрітого пару за допомогою поверхневого теплообмінника, розташованого на поверхні корпусу хімічного реактора-нейтралізатора. На початку проходження швидкої ендотермічної хімічної реакції важливе значення має температура потоку фосфорної пульпи на вході у хімічний реактор-нейтралізатор. Контроль температури потоку фосфорної пульпи у технологічний апарат забезпечує контур контролю у такому складі технічних засобів:

- первинний вимірювальний перетворювач температури (поз. 1-1) виробляє фізичний сигнал пропорційний значенню температури,



котрий передається на пристрій (поз. 1-2) з метою формування стандартного значення сигналу та для дистанційної передачі сигналу до пульта керування;

- технічний засіб (поз. 1-2) забезпечує передачу стандартного сигналу від місця монтажу вимірювача температури до місця розташування виробничого приміщення з пультом керування;
- на пульті керування прилад (поз. 1-3) показує для потоку фосфорної пульпи значення температури і блок сигналізації цього приладу одночасно контролює відхилення значення вимірюваної температури вхідної пульпи за мінімальне допустиме значення, на що вказує літера *L* біля графічного позначення приладу (поз. 1-3).

Коли температура пульпи на вході у реактор-нейтралізатор стає менше допустимого значення, налаштований блок сигналізації приладу (поз. 1-3) формує дискретний вихідний сигнал, відповідно до якого спрацьовує електромагнітне реле (поз. КМ1), котре вмикає на пульті керування попереджувальну сигналізацію у вигляді сигнальної лампочки НЛ1 жовтого кольору.

При веденні технологічного процесу потрібно підтримувати заданий рівень суміші в об'єму корпусу реактора-нейтралізатора, щоби був забезпеченим належний теплообмін між перегрітою парою і масою суміші, яка заповнює об'єм реактора-нейтралізатора. На схемі автоматизації (рис. 2.3) показано вимірювач рівня (поз. 2-1), якій передає сигнал по місцю на прилад (поз. 2-2) для передавання стандартного сигналу до пульта керування. Заданий рівень суміші в об'ємі корпусу реактора-нейтралізатора підтримує регулятор рівня (поз. 2-3) при допомозі регулювального клапану (поз. 2-6), розташованого на трубопроводі з потоком нейтралізованої пульпи. Також сигнал про значення рівня суміші реактора-нейтралізатора додатково подається від приладу (поз. 2-2), як корегувальний сигнал на вхід регулятора (поз. 3-3) витрати фосфорної пульпи. Хімічний реактор-нейтралізатор при веденні технологічного процесу змішування потоку фосфорної пульпи з потоком аміаку  $\text{NH}_3$  може мати такі режими роботи:

- робота з мінімальною продуктивністю, тобто при мінімальних витратах фосфорної пульпи та аміаку  $\text{NH}_3$ ;
- робочій режим, котрий відповідає вимогам ведення процесу нейтралізації фосфорної пульпи по технологічному регламенту;
- робота реактора-нейтралізатора з максимальною продуктивністю, тобто при максимальних витратах фосфорної пульпи та аміаку  $\text{NH}_3$ .

Задана продуктивність хімічного реактора-нейтралізатора встановлюється зміною завдання для регулятора (поз. 3-3) витрати фосфорної пульпи. Витрата фосфорної пульпи вимірюється витратоміром (поз. 3-1) і сигнал, якого подається на пристрій для дистанційної передачі сигналу до пульту керування. Вихідний сигнал регулятора (поз. 3-3) витрати фосфорної пульпи поступає на блок ручного управління (поз. 3-4) потім на перетворювач сигналів (поз. 3-5) і далі на пневматичний регулювальний клапан (поз. 3-6). Положення виконавчого механізму і клапану (поз. 3-6) контролюється з 6-го адресу схеми автоматизації по сигналу, котрий подається на дисплей блоку ручного управління (поз. 3-4) для показу відсотка відкриття трубопроводу з фосфорною пульпою. Також блок ручного управління (поз. 3-4) забезпечує режими запуску і зупинки технологічного процесу нейтралізації фосфорної пульпи за рахунок відключення сигналу регулятора (поз. 3-3) від регулювального клапану (поз. 3-6) і переходу на ручне управління виконавчим механізмом клапану (поз. 3-6).

По технологічному регламенту для процесу нейтралізації фосфорної пульпи витрата аміаку  $\text{NH}_3$  у хімічний реактор-нейтралізатор повинна бути у відповідному співвідношенні до вимірюваного значення витрати фосфорної пульпи на вході у апарат. Для забезпечення відповідного напрямку хімічної реакції нейтралізації за рахунок підтримки заданого співвідношення витрати фосфорної пульпи та витрати аміаку  $\text{NH}_3$  у схему автоматизації встановлено регулятор співвідношення витрат (поз. 4-3).

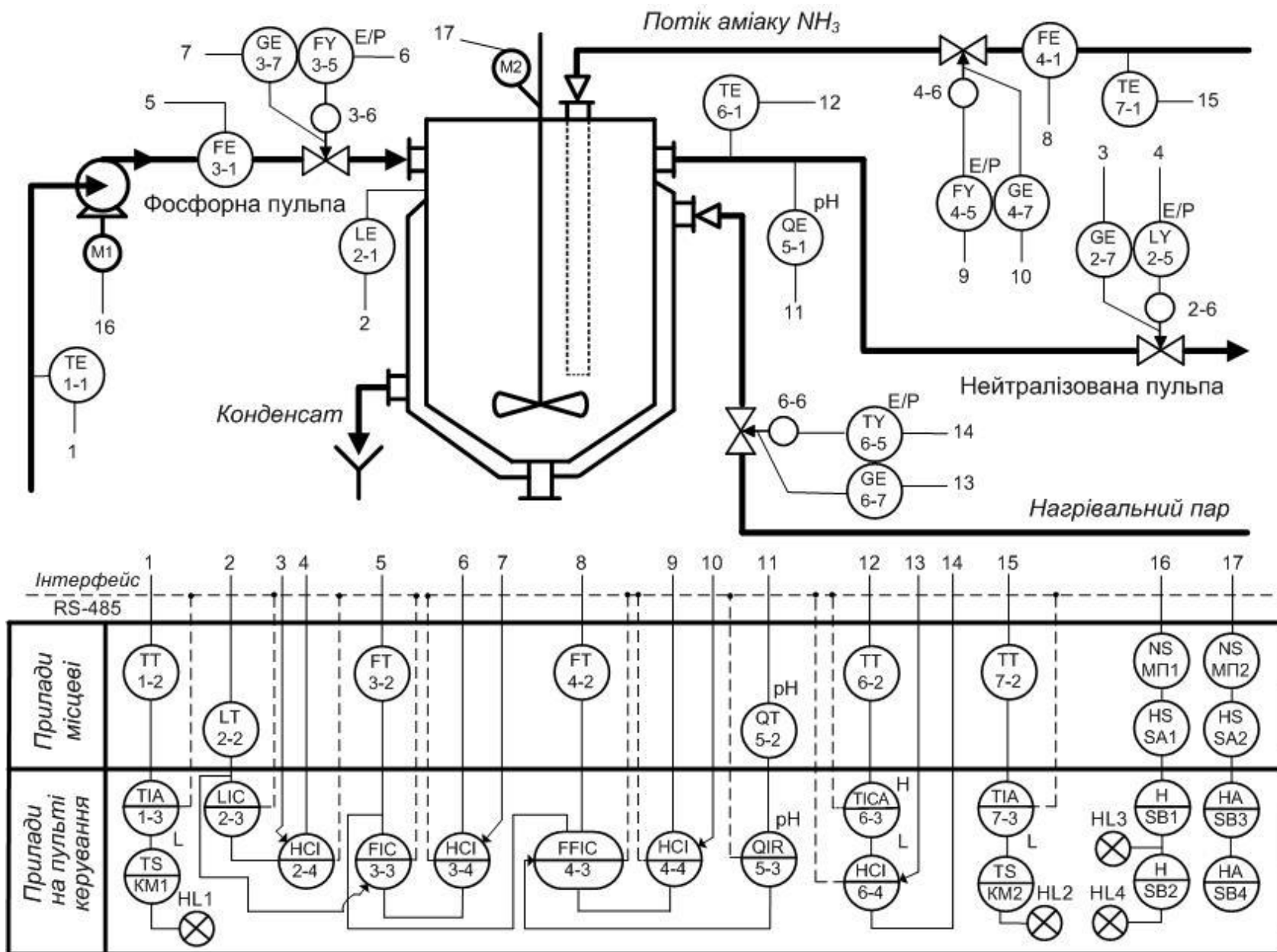


Рис. 2.3. Схема автоматизації технологічного процесу хімічного реактора-нейтралізатора.

На вхід регулятора співвідношення витрат (поз. 4-3) подаються такі сигнали:

- перший вхідний сигнал визначає витрату аміаку  $\text{NH}_3$ , котру регулятор постійно регулює (підтримує) під завдане співвідношення у залежності від змінювання значення витрати фосфорної пульпи;

- другий вхідний сигнал для регулятора (поз. 4-3) вказує вимірюване значення витрати фосфорної пульпи, по відношенню до котрого регулятор співвідношення змінює свій вихідний сигнал і регулює витрату аміаку  $\text{NH}_3$ ;

- третій вхідний сигнал у регулятор (поз. 4-3) відображає значення рН нейтралізованої пульпи на виході з реактора-нейтралізатора і по цьому сигналу регулятор (поз. 4-3) автоматично корегує завдання на потрібне співвідношення витрати аміаку  $\text{NH}_3$  згідно вимірюваного значення витрати фосфорної пульпи.

Вихідний сигнал регулятора (поз. 4-3) поступає на блок ручного управління (поз. 4-4) потім на перетворювач сигналів (поз. 4-5) і далі на пневматичний регулювальний клапан (поз. 4-6). Положення виконавчого механізму і клапану (поз. 4-6) контролюється з 9-го адресу схеми автоматизації по сигналу, котрий подається на блок ручного управління (поз. 4-4) для показу відсотка про відкриття трубопроводу з аміаком  $\text{NH}_3$ . Також блок ручного управління (поз. 4-4) забезпечує у режимах пуску і зупинки процесу нейтралізації фосфорної пульпи відповідне відключення сигналу регулятора (поз. 4-3) від регулювального клапану (поз. 4-6) і перехід на ручне управління виконавчим механізмом клапану (поз. 4-6).

На виході реактора-нейтралізатора якість нейтралізованої пульпи визначається значенням рН, яке контролюється вимірювачем (поз. 5-1) і на пульті керування приладом (поз. 5-3). Сигнал про значення рН нейтралізованої пульпи також подається на вхід регулятора (поз. 4-3) для автоматичного корегування завдання у регулятора (співвідношення витрат), якщо у трубопроводі фосфорної пульпи або у трубопроводі аміаку  $\text{NH}_3$  змінюється концентрація.

На вході реактора-нейтралізатора контроль температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  забезпечує контур контролю у такому складі технічних засобів:

- первинний вимірювальний перетворювач температури (поз. 7-1) виробляє

сигнал, котрий передається у пристрій (поз. 7-2) для дистанційної передачі сигналу до пульта керування;

- технічний засіб (поз. 7-2) забезпечує передачу сигналу від місця монтажу вимірювача температури до місця розташування виробничого приміщення з пультом керування;

- на пульті керування прилад (поз. 7-3) показує значення температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  і блок сигналізації приладу контролює відхилення значення температури аміаку  $\text{NH}_3$  за мінімальне допустиме значення, на що вказує літера  $L$  біля приладу (поз. 7-3).

Якщо температура аміаку  $\text{NH}_3$  на вході у реактор-нейтралізатор стає менше допустимого налаштованого значення у блоку сигналізації приладу, тоді блок сигналізації на виході приладу (поз. 7-3) формує дискретний вихідний сигнал, відповідно по котрому спрацьовує електромагнітне реле (поз. КМ2) і вмикається на пульті керування попереджувальна сигналізація у вигляді сигнальної лампочки HL2 жовтого кольору.

Для процесу нейтралізації фосфорної пульпи потоком аміаку  $\text{NH}_3$  по технологічному регламенту передбачено для нейтралізованої пульпи необхідність постійної температури у трубопроводі на виході з реактора-нейтралізатора. Контур з регулювання температури нейтралізованої пульпи на виході реактора-нейтралізатора використовує наступні технічні засоби контролю і регулювання:

- первинний вимірювальний перетворювач температури (поз. 6-1) виробляє фізичний сигнал, пропорційний змінам значення температури нейтралізованої пульпи;

- технічний засіб (поз. 6-2) забезпечує дистанційну передачу сигналу на відстань до пульта керування про температуру нейтралізованої пульпи;

- регулятор температури (поз. 6-3) з налаштованим блоком сигналізації на допустиме значення відхилення температури нейтралізованої пульпи (максимум  $H$  та мінімум  $L$ ) змінює сигнал для включення сигналізації на панелі регулятора;

- блок ручного управління (поз. 6-4) у автоматичному режимі роботи пропускає вихідний сигнал від регулятора температури (поз. 6-3) на виконавчій

механізм регулювального клапану (поз. 6-6), а при пусках і зупинках процесу нейтралізації фосфорної пульпи використовується у ручному режимі формування сигналу для виконавчого механізму регулювального клапану (поз. 6-6). Положення виконавчого механізму і клапану (поз. 6-6) контролюється з 13-го адресу схеми автоматизації по сигналу, котрий подається на блок ручного управління (поз. 6-4) для показу на дисплею відсотку з відкриття трубопроводу нагрівального пару.

Дистанційне керування роботою електромотора **M1** насосу на трубопроводі фосфорної пульпи забезпечує контур, котрий дистанційно вмикає і вимикає живлення. Вмикання живлення для електромотора **M1** відцентрового насосу на трубопроводі фосфорної пульпи виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки «ПУСК» (поз. **SB2**). При натисканні даної кнопки подається струм на електромагніт магнітного пускача **МП1** і виникає замикання контактів пускача, через які подається напруга живлення на електромотор **M1**. Також при натисканні кнопки **SB2** вмикається сигнальна лампочка **HL4** зеленого кольору, яка вказує на подачу живлення для електромотора **M1**.

Вимикання живлення електромотору **M1** виконується при допомозі нормально замкнутого контакту кнопки «СТОП» (поз. **SB1**). При натисканні даної кнопки роз'єднується ланцюг для струму на електромагніт магнітного пускача **МП1** і виникає розмикання контактів пускача, через які подавалась напруга живлення на електромотор **M1**. Також при натисканні кнопки **SB1** вмикається сигнальна лампочка **HL3** червоного кольору, яка вказує на відключення живлення електромотору **M1**.

Кнопка **SB3** має назву «СТОП» та **SB4** має назву «ПУСК» і вони при допомозі магнітного пускача **МП2** забезпечують вимикання та вмикання живлення електромотора **M2**. У позначенні кнопки **SB3** і **SB4** присутня літера **A**, яка вказує на сигналізацію у вигляді підсвічування кнопки червоним кольором і відповідно зеленим кольором.

У контурах для дистанційного керування електромоторами **M1** та **M2** використовується вимикач **SA1** і вмикач **SA2** при допомозі, котрих відключаються від ланцюгів живлення відповідні магнітні пускачі **МП1** та **МП2** для проведення

ремонтних робіт з електромотором відцентрового насосу, або з електромотором змішувача. Вимикачі SA1 та SA2 відключаються робочим персоналом від ланцюгів живлення також при обслуговуванні електричних пристроїв системи дистанційного керування живленням електромоторів M1 та M2.

### **3. Функціональна схема контурів контролю і керування технологічним процесом хімічного реактора-нейтралізатора**

Аналіз схеми автоматизації технологічного процесу нейтралізації фосфорної пульпи за допомогою хімічного реактора-нейтралізатора показав, що на зображенні рис. 2-3 можна побачити три контури регулювання з регуляторами (поз. 2-3), (поз. 3-3) та (поз. 4-3), які мають взаємний зв'язок між собою, а регулятор (поз. 6-3) є окремим регулятором температури нейтралізованої пульпи на виході з реактора-нейтралізатора. Відповідно зі схемою автоматизації можна розглянути функціональну схему (рис. 3-1) з уточненням для контурів контролю і керування значень параметрів технологічного процесу нейтралізації фосфорної пульпи.

На зображенні схеми рис. 3-1 показано, що сигнал від вимірювача рівня (поз. 2-1) повинен відображати рівень суміші в об'єму корпусу апарату від MIN значення 0,7 м до MAX значення рівняння 4,2 м. Для сигналу від вимірювача витрати (поз. 3-1) показано також, що сигнал повинен відображати витрату потоку фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор від MIN значення 2,7 м<sup>3</sup>/год до MAX значення витрати у 6,2 м<sup>3</sup>/год. Для вимірювача витрати (поз. 4-1) показано, що сигнал повинен відображати витрату потоку аміаку NH<sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор від MIN значення 1,4 м<sup>3</sup>/год до MAX значення витрати у 3,3 м<sup>3</sup>/год. Вимірювач рН (поз.5-1) створює сигнал від MIN значення 5,3 рН до MAX значення 6,2 рН згідно, котрих регулятор (поз. 4-3) буде автоматично корегувати завдання для співвідношення витрат між витратою потоку фосфорної пульпи та витратою потоку аміаку NH<sub>3</sub> при змінах продуктивності технологічного процесу хімічного реактора-нейтралізатора.

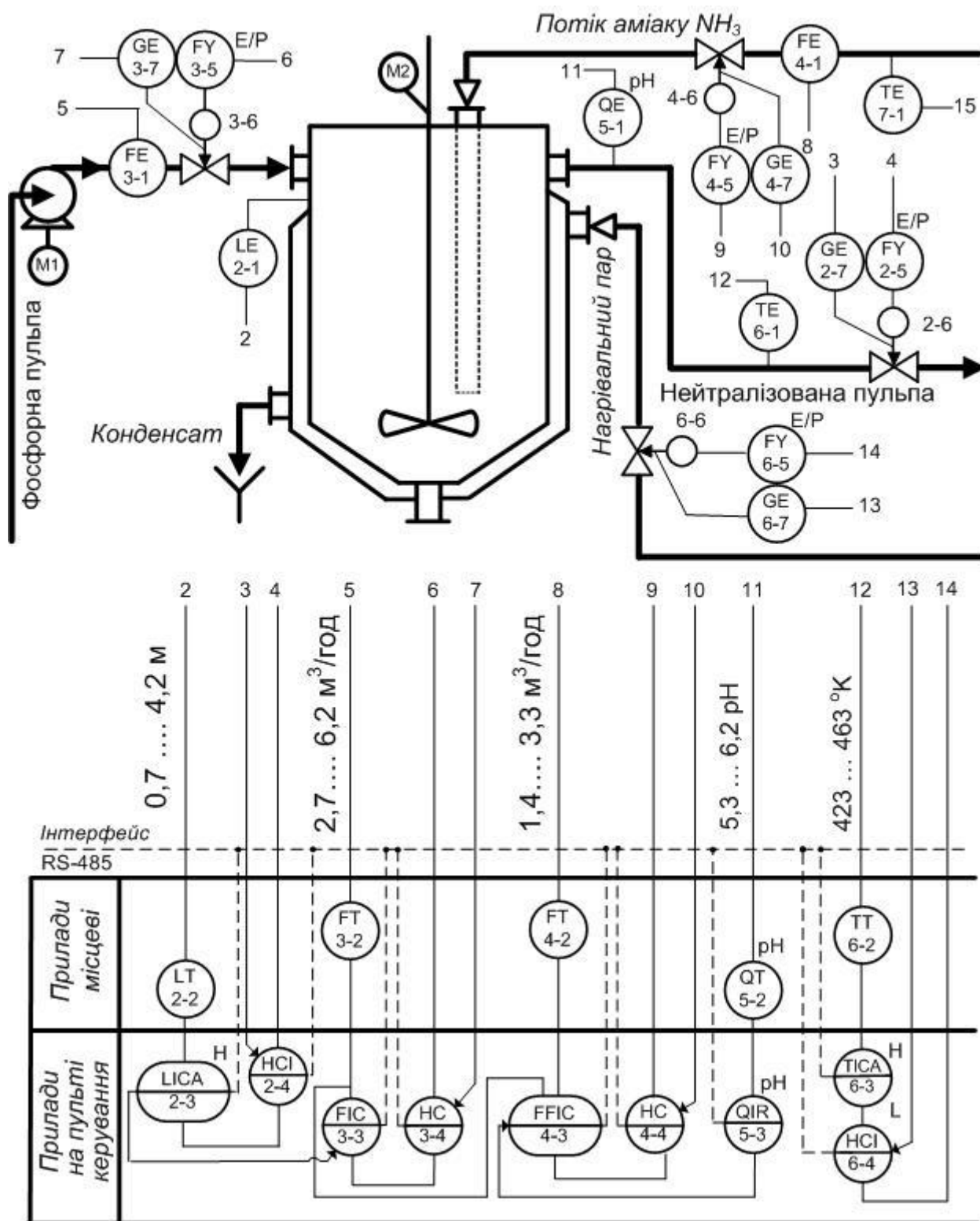


Рис. 3-1. Функціональна схема контурів регулювання технологічного процесу хімічного реактора-нейтралізатора.



### **3.1 Правила по визначенню характеристик сигналів приладів та пристроїв у контурах контролю і керування процесом технологічного апарату**

Відповідно з функціональною схемою рис. 3-1 для контурів регулювання рівня суміші в об'ємі корпусу реактора-нейтралізатора, витрати потоку фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор та витрати потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на вході у реактор-нейтралізатор будемо використовувати прилади, регулятори і пристрої «Мікрол» [3]. Далі виконаємо паспортизацію та розрахунки статичних характеристик для відповідних ланцюгів між приладами і регуляторами (поз. 2-3), (поз. 3-3) та (поз. 4-3). Також будемо визначати технічні засоби автоматизації і виконаємо паспортизацію та розрахунки статичних характеристик для відповідних ланцюгів сигналів між приладами і регулятором температури (поз. 6-3) та пристроями (поз. 6-2), (поз. 6-4), (поз. 6-5), (поз. 6-6) та (поз. 6-7).

#### **3.1.1 Приклад паспортизації технічних засобів і визначення статичних характеристик сигналів у контуру регулювання рівня суміші в об'ємі корпусу реактора-нейтралізатора**

Контур регулювання рівня суміші в об'ємі корпусу реактора-нейтралізатора має у своєму складі такі технічні засоби:

- вимірювач рівня LE (поз. 2-1);
- прилад LT (поз. 2-2) передає від вимірювача рівня сигнал до пульта керування;
- регулятор рівня LICA (поз. 2-3);
- блок ручного управління НІС (поз. 2-4);
- перетворювач сигналів  $\text{LY}^{\text{E/P}}$  (поз. 2-5);
- регулювальний клапан (поз. 2-6);
- датчик положення GE (поз. 2-7) виконавчого механізму і клапану.

#### **Визначення статичної характеристики вимірювача рівня (поз. 2-1)**

Статична характеристика для сигналу вимірювача рівня – це залежність сталих значень вихідного пропорційного сигналу від значень вимірюваного рівня суміші в об'ємі корпусу реактора-нейтралізатора. Для розрахунку статичної

характеристики вимірювача рівня використовуємо данні з паспорту технічного засобу автоматизації (ТЗА) (поз. 2-1), зображеного в таблиці П.2-1. У ланцюгах сигналів між пристроями і приладами статична характеристика повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики сигналів вимірювача рівня обираємо залежність у вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.1)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу вимірювача рівня (поз. 2-1);

$X$  – значення вимірюваного рівня в об'єму корпусу хімічного реактора-нейтралізатора.

### Паспорт вимірювача LE (поз. 2-1)

Таблиця № П.2-1.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 2-1			
Назва контрольованого параметру	Рівень пульпи в об'єму корпусу реактора-нейтралізатора			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	0,7 м	4,2 м		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	–	5.. 20 mV		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.2	Табл. Д.2-1		
	Функція			
	$Y = 2 + 4,285 \cdot X$			
Місце встановлення ТЗА	На корпусу хімічного реактора-нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



Радарний вимірювач рівня  
BM 70-R

**Виробник:** KROHNE Україна  
Представництво КАНЕКС КРОНЕ  
Київ 03040, вул. Васильківська 1,  
офіс 210, [www.krohne.com.ua](http://www.krohne.com.ua)  
**Постачальник:** ООО  
КСК-АВТОМАТИЗАЦІЯ  
0266), Київ, вул.. М. Расковой 4-б

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.1) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.2)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.3)$$

Відповідно по даних з паспорту таблиці П.2-1 рівняння (3.2) та (3.3) можна записати таким чином:

$$0,7 = A + B \cdot 5 \quad (3.4)$$

$$4,2 = A + B \cdot 20 \quad (3.5)$$

Для статичної характеристики вимірювача LE (поз. 2-1) по рівнянню (3.4) та (3.5) отримуємо залежність (3.1) у такому вигляді

$$Y = 2 + 4,285 \cdot X \quad (3.6)$$

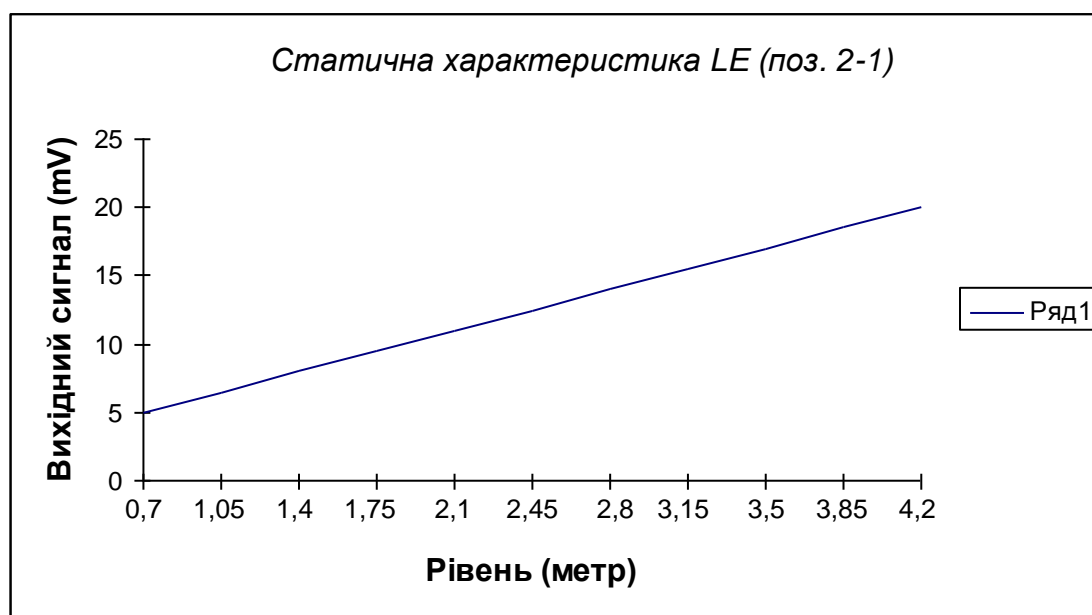


Рис. 3.2. Статична характеристика для сигналу вимірювача рівня пульпи.

Таблиця № Д.2-1

X метр	0,7	1,05	1,4	1,75	2,1	2,45	2,8	3,15	3,5	3,85	4,2
Y mV	5	6,5	8	9,5	11	12,5	14	15,5	17	18,5	20

Відповідно по залежності (3-6) та даних з паспорту вимірювача LE (табл. П.2-1) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики

вимірювача рівня (поз. 2-1) і записуємо значення у таблицю даних Д.2-1. По даних цієї таблиці будуємо графік (рис. 3.2) статичної характеристики для вихідного сигналу вимірювача LE (поз. 2-1) в залежності від значення вимірюваного рівня пульпи в об'єму корпусу реактора-нейтралізатора.

### **Визначення статичної характеристики приладу (поз. 2-2)**

Розрахунок статичної характеристики для сигналів пристрою LT (поз. 2-2) у контуру регулювання рівня пульпи в об'єму корпусу реактора-нейтралізатора будемо використовувати данні з таблиці П.2-2 паспорту ТЗА.

У ланцюгах між пристроями статична характеристика для сигналів повинна відповідати також виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики обираємо залежність у такому вигляді  $Y = A + B \cdot X$ , (3.7)

де  $Y$  – значення вихідного струмового сигналу з пристрою (поз. 2-2);

$X$  – значення вхідного сигналу напруги від вимірювача рівня (поз. 2-1).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.7) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.8)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.9)$$

Відповідно по даних з таблиці П.2-2 паспорту ТЗА рівняння (3.8) та (3.9) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 5 \quad (3.10)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (3.11)$$

Для статичної характеристики вихідного сигналу у залежності від вхідного сигналу пристрою LT (поз. 2-2) згідно рівнянню (3.10) та (3.11) отримуємо наступну залежність (3.7) у такому вигляді

$$Y = -1,333 + 1,066 \cdot X \quad (3.12)$$

Відповідно по залежності (3.12) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики приладу LT (поз. 2-2) і записуємо дані у таблицю Д.2-2.

По даним таблиці Д.2-2 будуюмо графік (рис. 3.3) статичної характеристики для пристрою LT (поз. 2-2), котрий передає сигнал від вимірювача LE до пульта керування згідно контурів регулювання параметрів на схемі (рис. 3-1).

### Паспорт приладу LT-(поз. 2-2)

Таблиця № П.2-2.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 2-2			
Назва контрольованого параметру	Рівень пульпи в об'єму корпусу реактора- нейтралізатора			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	0,7 м	4,2 м		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	5 ... 20 mV	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.3	Табл. Д.2-2		
	Функція			
	$Y = -1,333 + 1,066 \cdot X$			
Місце встановлення ТЗА	На корпусу хімічного реактора- нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



**Блок нормування сигналу  
радарного вимірювача рівня  
ВМ 70-Р**

**Виробник:** KROHNE Україна  
Представництво КАНЕКС КРОНЕ  
Київ 03040, вул. Васильківська 1,  
офіс 210, [www.krohne.com.ua](http://www.krohne.com.ua)  
**Постачальник:** ООО  
КСК-АВТОМАТИЗАЦІЯ  
0266), Київ, вул.. М. Расковой 4-б

Таблиця № Д.2-2

X mV	5	6,5	8	9,5	11	12,5	14	15,5	17	18,5	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

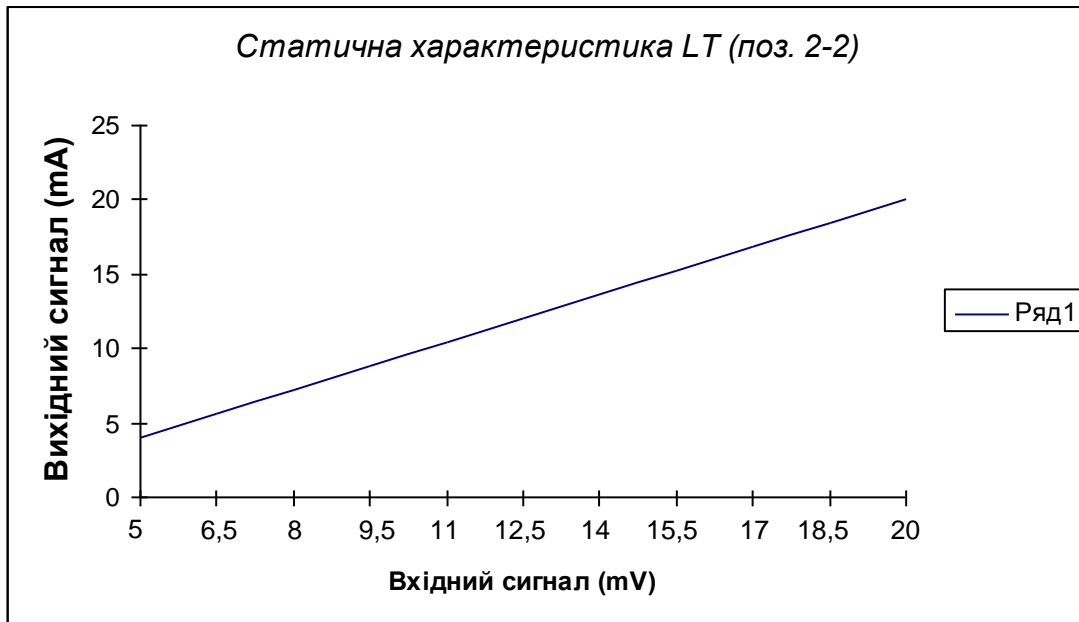


Рис. 3.3. Статична характеристика сигналів пристрою LT з контуру регулювання рівня.

### **Визначення статичних характеристик регулятора (поз. 2-3)**

Для розрахунку статичних характеристик для сигналів приладу LIC (поз. 2-3) у контурі регулювання рівня пульпи в об'єму корпусу реактора-нейтралізатора використовуємо данні з таблиці П.2-3 паспорту ТЗА.

У ланцюгах між сигналами вхідним та вихідним автоматичного регулятора рівня також статична характеристика повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.13)$$

де  $Y$  – вихідний сигнал регулятора (поз. 2-3);

$X$  – вхідний сигнал, котрий подається з виходу приладу LT (поз. 2-2).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.14)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.15)$$

Відповідно для даних з паспорту таблиці П.2-3 рівняння (3.14) та (3.15)

можна записати таким чином:  $4 = A + B \cdot 4 \quad (3.16)$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (3.17)$$

Для статичної характеристики сигналів приладу LIC (поз. 2-3) згідно рівняння (3.16) та (3.17) отримуємо наступну залежність (3.13) у такому вигляді

$$Y = 0 + 1,0 * X \quad (3.18)$$

Відповідно по залежності (3.18) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики регулятора LIC, які записуємо у таблицю Д.2-3 та будуємо графік (рис. 3.4).

### Паспорт регулятора LIC (поз. 2-3)

Таблиця № П.2-3.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 2-3		 <p><b>Мікропроцесорний регулятор MIK-21</b></p> <p><b>Виробник і постачальник:</b></p> <p>ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ вул. Автолитмашівська, 5 Україна, 76495 WWW.MICROL.UA</p>	
Назва контролюваного параметру	Рівень пульпи в об'єму реактора-нейтралізатора			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	0,7 м	4,2 м		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4...20 mA	4... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.4	Табл. Д.2-3		
	Функція $Y = 0 + 1,0 * X$			
Місце встановлення ТЗА	На пульті управління процесом реактора-нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

Таблиця № Д.2-3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

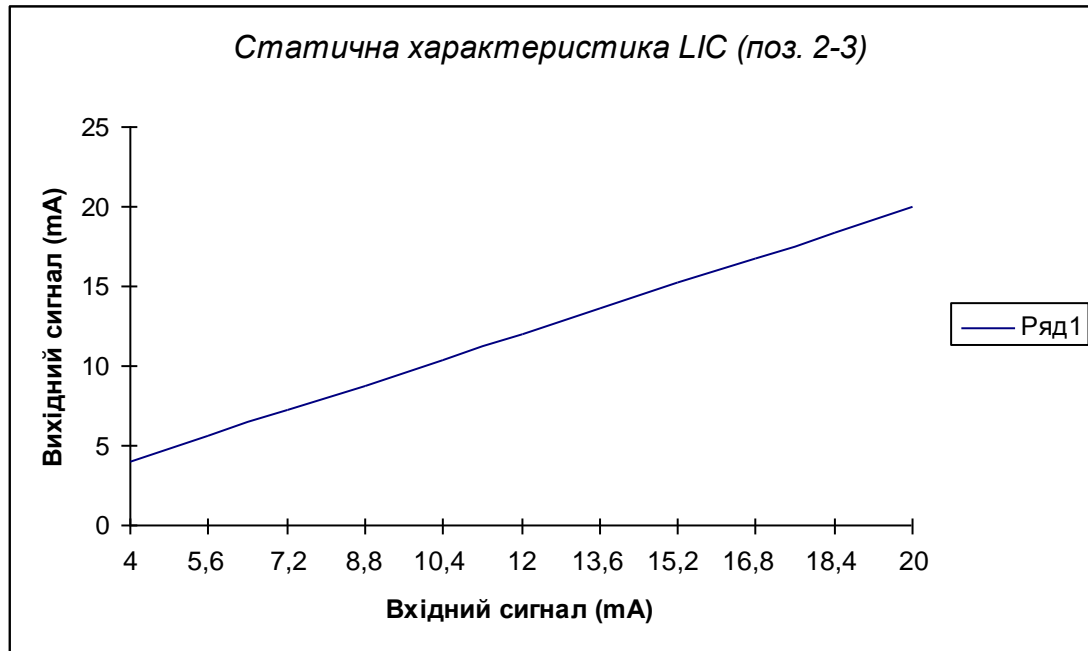


Рис. 3.4. Статична характеристика сигналів регулятора рівня пульпи.

Автоматичний регулятор LIC (поз. 2-3) на панелі має дисплей і згідно значень вхідного сигналу до приладу на дисплею відображаються відповідні значення рівня пульпи в об'єму корпусу хімічного реактора-нейтралізатора, тому необхідно розрахувати ще одну (другу) статичну характеристику для відображення значень рівня у залежності від вхідного струмового сигналу до приладу LIC. Для розрахунків статичної характеристики дисплея автоматичного регулятора рівня пульпи використовуємо дані з таблиці П.2-3 паспорту ТЗА.

Статична характеристика залежності відображення значень рівня на дисплею від значення вхідного сигналу також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для такої статичної характеристики обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.19)$$

де Y – значення рівня пульпи на дисплею регулятора;

X – значення сигналу від пристрою (поз. 2-2) до регулятора рівня.



Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.19) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.20)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.21)$$

Відповідно по даних з таблиці П.2-3 паспорту ТЗА рівняння (3.20) та (3.21) можна записати таким чином  $0,7 = A + B \cdot 4$

$$(3.22)$$

$$4,2 = A + B \cdot 20 \quad (3.23)$$

Для розрахунку статичної характеристики дисплея регулятора LIC (поз. 2-3) згідно рівняння (3.22) та (3.23) отримуємо наступну залежність (3.19) у такому вигляді

$$Y = -0,175 + 0,2187 \cdot X \quad (3.24)$$

Відповідно по залежності (3.24) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики дисплея регулятора LIC і записуємо у таблицю ДД.2-3 та будуємо графік (рис. 3.6).

Таблиця № ДД.2-3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y метр	0,7	1,05	1,4	1,75	2,1	2,45	2,8	3,15	3,5	3,85	4,2

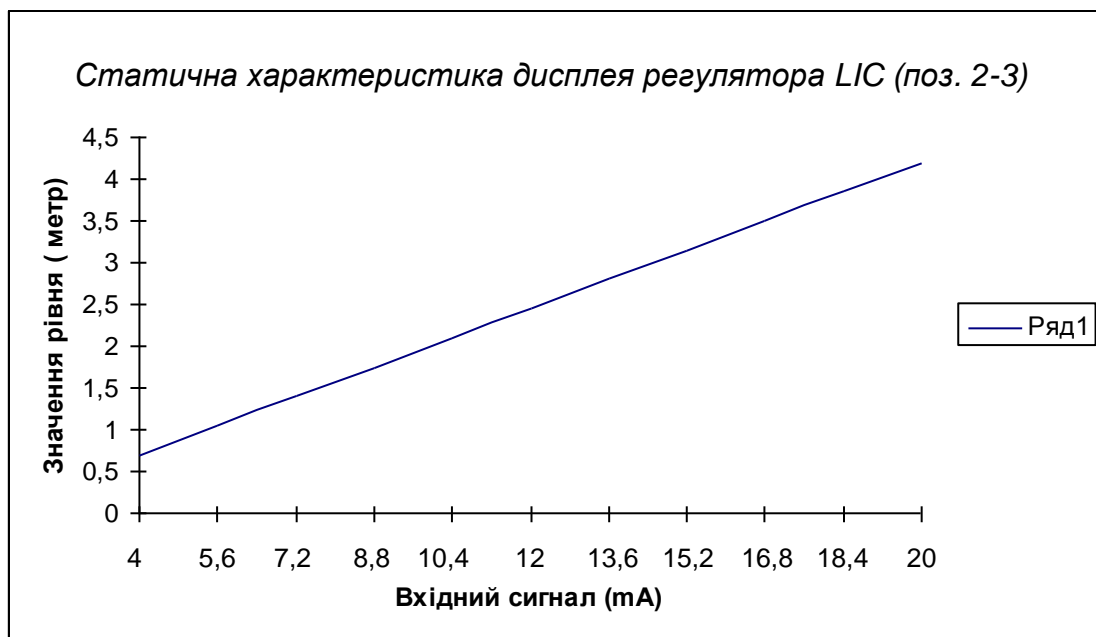


Рис. 3.5. Статична характеристика дисплея автоматичного регулятора рівня.

### **Визначення статичних характеристик приладу (поз. 2-4)**

Прилад (поз. 2-4) на схемах (рис. 2.3) та (рис. 3.1) є блоком ручного управління, якій використовується у робочому режимі роботи хімічного реактора-нейтралізатора відповідно до технологічного регламенту і подає вихідний сигнал з автоматичного регулятора (поз. 2-3) у напрямку до регулювального клапану (поз. 2-6). Блок ручного управління (БРУ) має два режиму роботи: один – «автоматичний» і другий – «ручний».

#### **Паспорт блоку ручного управління НСІ (поз. 2-4) Таблиця № П.2-4.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 2-4			
Назва контролюваного параметру	Рівень пульпи в об'єму реактора-нейтралізатора			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	0,7 м	4,2 м		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3-6	Табл. Д.2-4		
	Функція			
	Y= 0 + 1,0*X			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом хімічного реактора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

**Блок ручного управління БРУ-7**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
[WWW.MICROL.UA](http://WWW.MICROL.UA)

**Блок ручного управління БРУ-7**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
[WWW.MICROL.UA](http://WWW.MICROL.UA)

Сигнал на виході з автоматичного регулятора у автоматичному режимі БРУ подає у напрямку до регулювального клапану, монтаж якого виконується на

трубопровід нейтралізованої пульпи. Режим БРУ для роботи – «ручний», використовується при запуску у роботу хімічного реактора-нейтралізатора, або при зупинці процесу з аварії на виробництві, а також при зупинках по регламенту технологічних процесів на хімічному виробництві.

Блок ручного управління (поз. 2-4) має два ланцюга для проходження сигналів: один це сигнали між автоматичним регулятором і обладнанням регулювального клапану; другий ланцюг забезпечує передачу сигналу для дисплею БРУ, на якому показується відсоток відкриття клапану на трубопроводі з нейтралізованою пульпою. Від положення регулювального клапану у трубопроводі залежить рівень суміші в об'єму корпусу хімічному реактора-нейтралізатора. З цих причин для блоку ручного управління (поз. 2-4) потрібно розрахувати дві статичні характеристики сигналів.

Для розрахунку статичних характеристик для сигналів БРУ (поз. 2-4) з контуру регулювання рівня пульпи в об'єму корпусу хімічному реактора-нейтралізатора використовуємо данні з таблиці П.2-4 паспорту ТЗА.

У ланцюгах між усіма приладами контуру регулювання рівня пульпи статична характеристика для сигналів також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики блоку ручного управління обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.25)$$

де  $Y$  – вихідний сигнал з блоку ручного управління (поз. 2-4);

$X$  – вхідний сигнал до БРУ від регулятора рівня пульпи (поз. 2-3).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.25) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.26)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.27)$$

Відповідно по даних з таблиці П.2-4 паспорту ТЗА рівняння (3.26) та (3.27) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 4 \quad (3.28)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (3.29)$$

Для статичної характеристики сигналів НСІ (поз. 2-4) згідно рівняння (3.28) та (3.29) отримуємо для (3.25) залежність у такому вигляді

$$Y = 0 + 1,0 * X \quad (3.30)$$

По залежності (3.30) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики приладу НСІ і записуємо дані у таблицю Д.2-4 та будуємо графік (рис. 3.6).

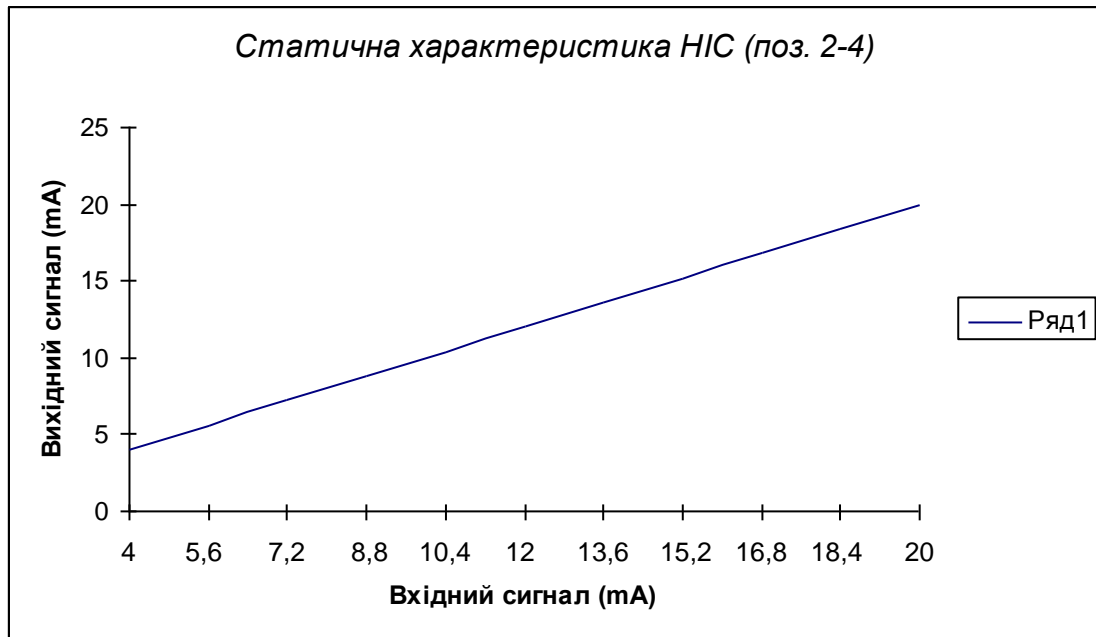


Рис. 3.6. Статична характеристика сигналів блоку ручного управління.

Таблиця № Д.2-4

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Статична характеристика залежності значень % на дисплею БРУ про відкриття трубопроводу від вхідного сигналу з приладу GE (поз. 2-7) також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики обираємо залежність у вигляді

$$Y = A + B * X, \quad (3.31)$$

де Y – значення % на дисплею БРУ про положення клапану;

X – значення вхідного сигналу до БРУ від датчика GE (поз. 2-7) про положення клапану (поз. 2-6).

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.31) будемо використовувати чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.32)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.33)$$

### Паспорт для дисплея БРУ НІС (поз. 2-4)

Таблиця № ПД.2-4.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 2-4		
Назва контролюваного параметру	Відсоток відкриття клапану на трубопроводі		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	0 %	100 %	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	4 ... 20 mA	0 ....100 %	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 3.6	Табл. ДД.2-4	
	Функція		
	Y= - 25 + 6,25*X		
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

**Блок ручного управління БРУ-7**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

**Блок ручного управління БРУ-7**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
[WWW.MICROL.UA](http://WWW.MICROL.UA)

По даних з таблиці ПД.2-4 паспорту ТЗА рівняння (3.32) та (3.33) можна записати таким чином:

$$0 = A + B \cdot 4 \quad (3.34)$$

$$100 = A + B \cdot 20 \quad (3.35)$$

Для розрахунку статичної характеристики дисплея блоку НСІ (поз. 2-4) згідно рівняння (3.34) та (3.35) отримуємо для (3.31) залежність у такому вигляді

$$Y = - 25 + 6,25 \cdot X \quad (3.36)$$

Відповідно по залежності (3.36) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики дисплея БРУ (поз. 2-4) та записуємо у таблицю ДД.2-4 та будуємо графік (рис. 3.7).

Таблиця № ДД.2-4

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

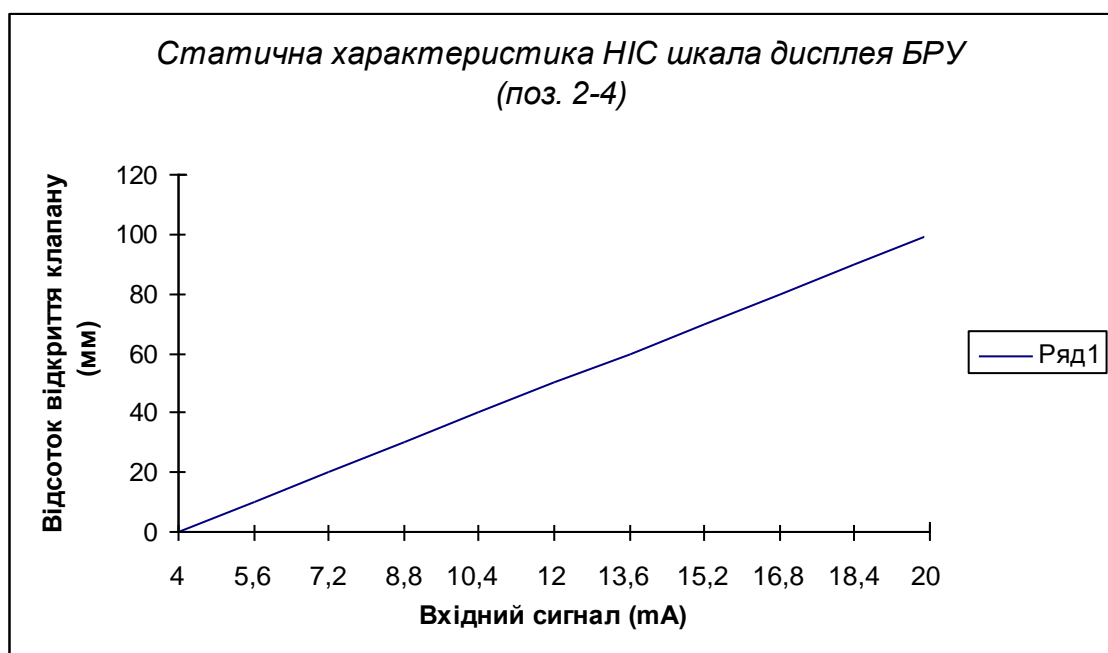


Рис. 3.7. Статична характеристика шкали дисплея блоку ручного управління.

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 2-5)**

У графічному умовному позначенні пристрою (поз. 2-5) вказана функція про призначення  $LY^{E/P}$ , яка показує – пристрій є перетворювачем вхідного електричного сигналу (струму) у вихідний пневматичний сигнал (тиск повітря),

якій змінюється відповідно по значенню вхідного струму. Для роботи мембранного виконавчого механізму регулювального клапану (поз. 2-6) найкраще використовувати пневматичний сигнал, щоби постійна часу керуючого впливу була мінімальною.

### Паспорт перетворювача $LY^{E/P}$ (поз. 2-5)

Таблиця № П.2-5.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 2-5			
Назва контрольованого параметру	Рівень пульпи в об'ємі корпусу реактора- нейтралізатора			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	0,7 м	4,2 м		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 .... 20 mA	0,2 .... 1,0 кГ/см <sup>2</sup>		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.8	Табл. Д.2-5		
	Функція			
	Y= 0 + 0,05*X			
Місце встановлення ТЗА	На корпусу регулювального клапану			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		
	Тиск повітря			
	1,4 кГ/см <sup>2</sup>			



Електропневматичний  
позиціонер PROFIBUS SAMSON

Постачальник: Самсон.02660, Київ,  
вул.. М. Расковой 19, оф.905

www.samson@samsoneng.kiev.ua

Перетворювач сигналів  $LY^{E/P}$  закріплюється на корпусу регулювального клапану (поз. 2-6) і є частиною конструкції. Дані для регулювального клапану наведені у таблиці П.2-5 паспорту ТЗА.

У ланцюгу перетворювача сигналів  $LY^{E/P}$  між струмом та тиском повітря статична характеристика також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики перетворювача (поз. 2-5) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.37)$$

де  $Y$  – вихідний сигнал (тиск повітря) перетворювача (поз. 2-5), якій подається на мембранний виконавчий механізм клапану;

$X$  – вхідний струмовий сигнал від блоку ручного управління (поз. 2-4).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.37) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.38)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.39)$$

По даних з таблиці П.2-5 паспорту ТЗА рівняння (3.38) та (3.39) можна записати відповідно таким чином:

$$0,2 = A + B \cdot 4 \quad (3.40)$$

$$1,0 = A + B \cdot 20 \quad (3.41)$$

Для розрахунку статичної характеристики сигналів пристрою  $LY^{E/P}$  (поз. 2-5) згідно рівняння (3.40) та (3.41) отримуємо наступну залежність (3.37) у такому вигляді

$$Y = 0 + 0,05 \cdot X \quad (3.42)$$

Відповідно по залежності (3.42) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики пристрою  $LY^{E/P}$  і записуємо дані у таблицю Д.2-5 та будуємо графік (рис. 3.8).

Таблиця № Д.2-5

$X$ mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
$Y$ кГ/см <sup>2</sup>	0,2	0,28	0,36	0,44	0,52	0,6	0,68	0,76	0,84	0,92	1,0



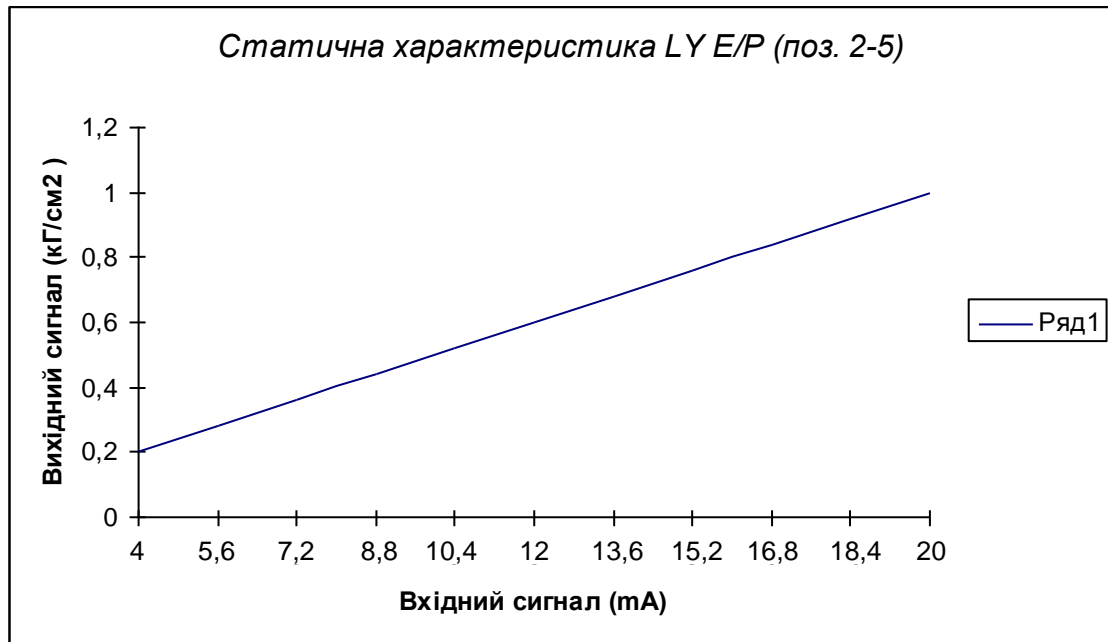


Рис. 3.8. Статична характеристика перетворювача сигналів у контуру регулювання рівня.

### **Визначення статичної характеристики регулювального клапану (поз. 2-6)**

На схемах (рис. 2.3) та (рис. 3-1) у контурах регулювання рівня пульпи на позиції (поз. 2-6) передбачено використання пневматичного регулювального клапану, котрому подається тиск повітря, як вхідний сигнал і він впливає на відсоток закриття або відкриття клапаном трубопроводу з нейтралізованою пульпою на виході хімічного реактора-нейтралізатора.

У регулювального клапану (поз. 2-6) вхідним сигналом є тиск повітря, якій впливає на зміщення клапану на декілька міліметрів і тому існує статична характеристика, яка повинна відповідати також виду лінійної залежності. Для статичної характеристики регулювального клапану (поз. 2-6) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X \quad (3.43)$$

де  $Y$  – зміщення регулювального клапану у трубопроводі нейтралізованої пульпи;

$X$  – вхідний тиск повітря на мембрану виконавчого механізму регулювального клапану (поз. 2-6).

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.43) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.44)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.45)$$

Відповідно по даних з таблиці П.2-6 паспорту ТЗА рівняння (3.44) та (3.45) можна записати таким чином:

$$0 = A + B \cdot 0,2 \quad (3.46)$$

$$25 = A + B \cdot 1,0 \quad (3.47)$$

### Паспорт регулювального клапану (поз. 2-6) Таблиця № П.2-6.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 2-6			
Назва контрольованого параметру	Рівень пульпи в об'ємі корпусу реактора-нейтралізатора			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	0,7 м	4,2 м		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	0,2....1,0 кГ/см <sup>2</sup>	0.....25 мм		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.9	Табл. Д.2-6		
	Функція			
	Y=-6,25 + 31,25*X			
Місце встановлення ТЗА	На трубопроводі нейтралізованої пульпи			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		
	Тиск повітря			
	1.4 кГ/см <sup>2</sup>			



Регулювальний клапан SAMSON

Постачальник: Самсон.02660, Київ, вул.. М. Расковой 19, оф.905

www.samson@samsoneng.kiev.ua

Для розрахунку статичної характеристики регулювального клапану (поз. 2-6) згідно рівняння (3.46) та (3.47) отримуємо наступну залежність (3.43) у такому вигляді

$$Y = -6,25 + 31,25 \cdot X \quad (3.48)$$

Відповідно по залежності (3.48) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики регулювального клапану і записуємо їх у таблицю Д.2-6 та будуємо графік (рис. 3.).

Таблиця № Д.2-6

X кГ/см <sup>2</sup>	0,2	0,28	0,36	0,44	0,52	0,6	0,68	0,76	0,84	0,92	1,0
Y мм	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25

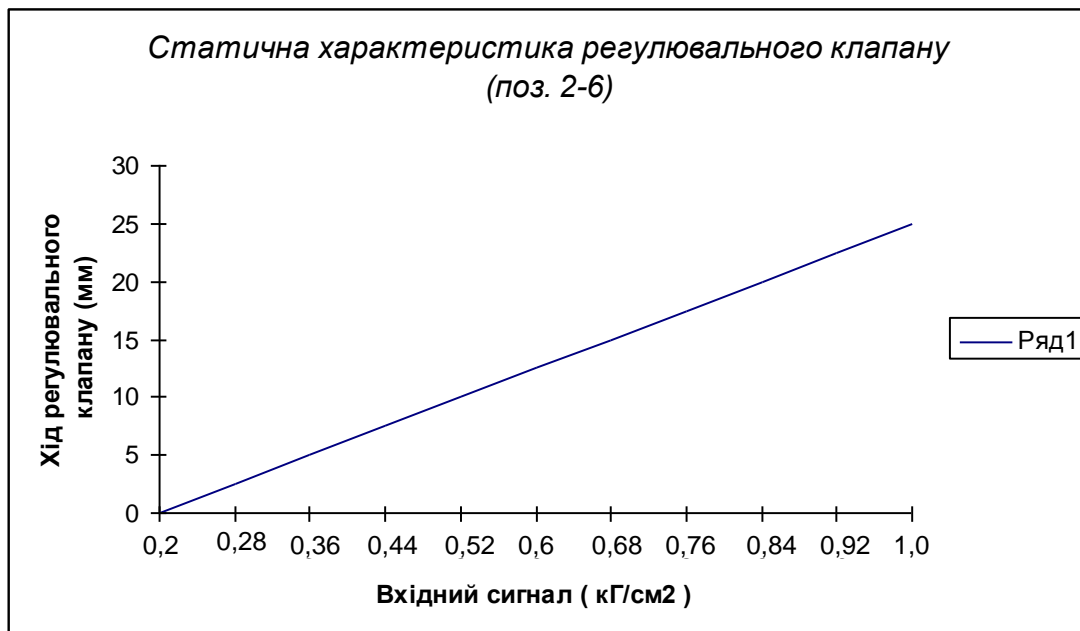


Рис. 3.9. Статична характеристика сигналів регулювального клапану.

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 2-7)**

В сучасних конструкціях регулювальних клапанів використовується пристрій для контролю за зміщеннями клапану, як при збільшенні % відкриття прохідного отвору на трубопроводі так і при зменшенні % відкриття прохідного отвору. Такий пристрій на схемах (рис. 2.3) та (рис. 3.1) позначено функцією GE (поз. 2-7) і він розташовується на корпусі регулювального клапану та має

з'єднання зі штоком, котрий зміщується мембраною при змінах тиску повітря на виході перетворювачів сигналів  $LY^{E/P}$  (поз. 2-5).

При зміщенні штоку клапана пристрій GE (поз. 2-7) виробляє стандартний струмовий сигнал (4...20 mA), якій змінюється при зміщеннях штоку з клапаном. Пристрій GE (поз. 2-7) по конструкції та принципу дії є вимірювачем і тому має назву – датчик положення клапану і вихідний сигнал подається до блоку ручного управління НСІ (поз. 2-4), де на дисплею БРУ постійно показується значення про відсоток відкриття отвору на трубопроводі нейтралізованої пульпи.

У датчика положення клапану GE (поз. 2-7) вхідним сигналом є зміщення клапану, тобто хід на декілька міліметрів, якій впливає на змінювання вихідного струму датчика положення клапану і тому існує статична характеристика, яка повинна також відповідати виду лінійної залежності. Для статичної характеристики датчика положення клапану GE (поз. 2-7) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.49)$$

де  $Y$  – значення вихідного струмового сигналу з датчика GE (поз. 2-7);

$X$  – значення зміщення клапан, яке впливає на змінювання вихідного струму датчика GE (поз. 2-7).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.49) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.50)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.51)$$

Відповідно по даних з таблиці П.2-7 паспорту ТЗА рівняння (3.50) та (3.51) можна записати таким чином:

$$0 = A + B \cdot 4 \quad (3.52)$$

$$25 = A + B \cdot 20 \quad (3.53)$$

Для статичної характеристики сигналів датчика положення клапану (поз. 2-7) згідно рівняння (3.52) та (3.53) отримуємо залежність (3.49) у такому вигляді

$$Y = 4,0 + 0,64 \cdot X \quad (3.54)$$

Паспорт вимірювача ходу клапану GE (поз. 2-7) Таблиця № П.2-7.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 2-7			
Назва контрольованого параметру	Рівень пульпи в об'ємі корпусу реактора- нейтралізатора			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	0,7 м	4,2 м		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	0....25 мм	4.... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.10	Табл. Д.2-7		
	Функція			
	$Y = 4,0 + 0,64 * X$			
Місце встановлення ТЗА	На корпусі регулювального клапану			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



Датчик положення клапану  
SAMSON

Постачальник: Самсон.02660, Київ,  
вул.. М. Расковой 19, оф.905

www.samson@samsoneng.kiev.ua

Таблиця № Д.2-7

X мм	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

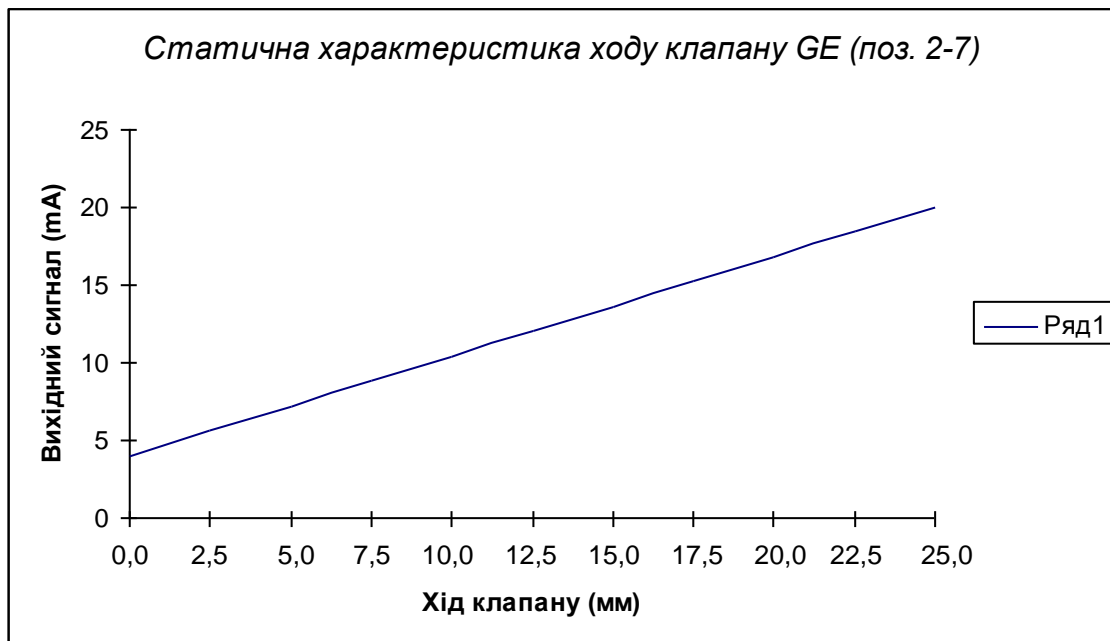


Рис. 3.10. Статична характеристика сигналів датчика положення клапану.

Відповідно по залежності (3.54) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики датчика положення клапану (поз. 2-7) і записуємо дані у таблицю Д.2-7 та будуємо графік (рис. 3.10).

### **3.1.2 Приклад паспортизації технічних засобів і розрахунки статичних характеристик сигналів у контуру регулювання витрати потоку фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор**

Відповідна продуктивність хімічного реактора-нейтралізатора пульпи, як технологічного апарату на хімічному виробництві забезпечується контуром регулювання витрати фосфорної пульпи, котрий має у своєму складі наступні технічні засоби:

- вимірювач витрати FE (поз. 3-1);
- прилад FT (поз. 3-2) встановлюється по місцю і передає сигнал вимірювача FE на пульта керування до регулятора витрати;
- автоматичний регулятор витрати FIC (поз. 3-3);
- блок ручного управління HCl (поз. 3-4);
- перетворювач сигналу  $FY^{E/P}$  (поз. 3-5);
- регулювальний клапан (поз. 3-6);
- датчик положення GE (поз. 3-7) виконавчого механізму і клапану.

**Визначення статичної характеристики вимірювача витрати потоку фосфорної пульпи (поз. 3-1)**

Для розрахунку статичної характеристики вимірювача витрати фосфорної пульпи на вході у хімічний реактор-нейтралізатор використовуємо данні з таблиці П.3-1 паспорту ТЗА. У ланцюгах сигналів між приладами, як це вказувалося вище по тексту посібника, статична характеристика повинна відповідати виду лінійної залежності і тому для вимірювача витрати фосфорної пульпи обираємо залежність для статичної характеристики у вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.55)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу вимірювача витрати фосфорної пульпи;

$X$  – витрата фосфорної пульпи, яка вимірюється за допомогою витратоміру FE (поз. 3-1).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.55) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.56)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.57)$$

Відповідно по даних з таблиці П.3-1 паспорту ТЗА рівняння (3.56) та (3.57) можна записати таким чином:

$$5 = A + B \cdot 2,7 \quad (3.58)$$

$$15 = A + B \cdot 6,2 \quad (3.59)$$

Для статичної характеристики вимірювача FE (поз. 3-1) згідно рівняння (3.58) та (3.59) отримуємо наступну залежність (3.55) у такому вигляді

$$Y = -2,71 + 2,86 \cdot X \quad (3.60)$$

Відповідно по залежності (3.60) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики вимірювача витрати фосфорної пульпи і записуємо у таблицю даних Д.3-1 та будуємо графік (рис.3.11).

Паспорт вимірювача витрати FE (поз. 3-1) Таблиця № П.3-1.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 3-1			
Назва контрольованого параметру	Витрата фосфорної пульпи на вході у реактор- нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	2,7 М³/год	6,2 М³/год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	–	5...15 mV		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.11	Табл. Д.3-1		
	Функція			
	Y = -2,71 + 2,86*X			
Місце встановлення ТЗА	На трубопроводі фосфорної пульпи на вході у реактор- нейтралізатор			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



**Витратомір вихровий ЭМИС  
ВИХРЬ марки ЭВ200, Ду50,  
від 2 до 60 м³/год, 1.6 МПа**

**Виробник:**  
ООО НПП «ЭЛЕМЕР»  
, [www.elemer.ru](http://www.elemer.ru)

**Постачальник::**  
  
ООО ЭЛЕМЕР-Украина  
Киев, а/я 69

Таблиця № Д.3-1

X М³/год	2,7	3,05	3,4	3,75	4,1	4,45	4,8	5,15	5,5	5,85	6,2
Y mV	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15



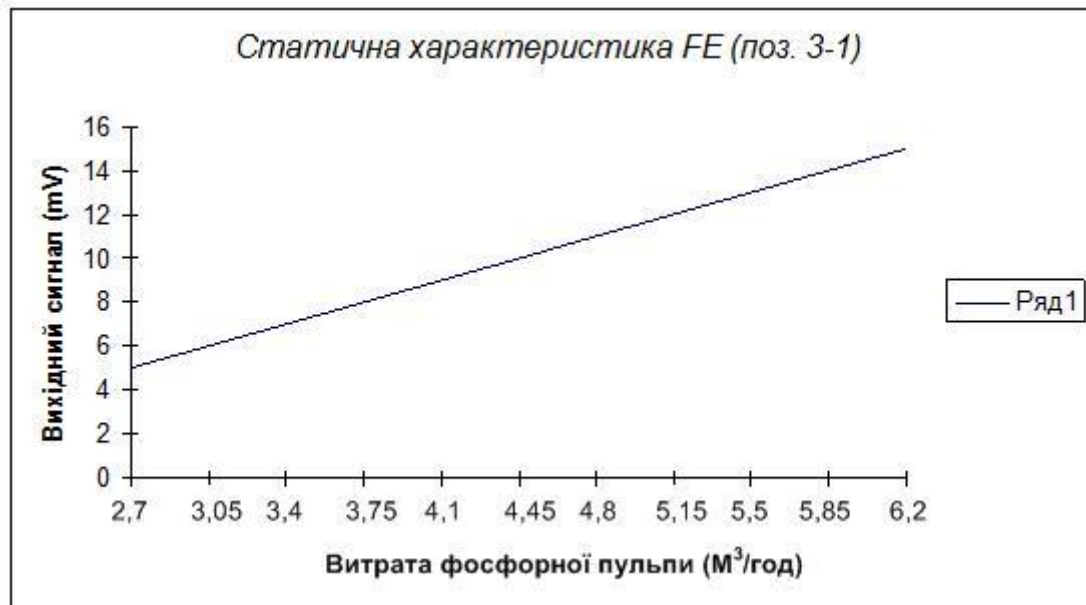


Рис. 3.11. Статична характеристика сигналів вимірювача витрати фосфорної пульпи.

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 3-2)**

Для розрахунку статичної характеристики сигналів пристрою FT (поз. 3-2) контуру регулювання витрати фосфорної пульпи використовуємо данні з таблиці П.3-2 паспорту ТЗА.

У ланцюгах між приладами і пристроями з контуру регулювання витрати статична характеристика сигналів повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики пристрою FT (поз. 3-2) обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.61)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу з пристрою FT (поз.3-2);

$X$  – значення вхідного сигналу до пристрою FT (поз.3-2) .

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.61) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.62)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.63)$$

Відповідно для даних з таблиці П.3-2 паспорту ТЗА рівняння (3.62) та (3.63) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 5 \quad (3.64)$$

$$20 = A + B \cdot 15 \quad (3.65)$$

Для значень статичної характеристики сигналів приладу FT (поз. 3-2) згідно рівняння (3.64) та (3.65) отримуємо наступну залежність (3.61) у такому вигляді

$$Y = -4,0 + 1,6 * X \quad (3.66)$$

Відповідно по залежності (3.66) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики приладу FT (поз. 3-2) і записуємо значення даних у таблицю Д.3-2. По даним таблиці Д.3-2 будуємо графік статичної характеристики (рис. 3.12) для пристрою, котрий передає сигнал від вимірювача FE (поз. 3-1) на пульт керування для регулятора FIC (поз. 3-3).

### Паспорт приладу FT (поз. 3-2)

Таблиця № П.3-2.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 3-2		 <p><b>Блок ЭМИС ЭВ200 з нормалізації вихідного сигналу</b></p> <p><b>Виробник:</b> ООО НПП «ЭЛЕМЕР» , <a href="http://www.elemer.ru">www.elemer.ru</a></p> <p><b>Постачальник::</b>  ООО ЭЛЕМЕР-Украина Киев, а/я 69</p>	
Назва контролюваного параметру	Витрата фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	2,7 М³/год	6,2 М³/год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	5 ... 15 mV	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.12	Табл. Д.3-2		
	Функція			
	Y= - 4,0 + 1,6*X			
Місце встановлення ТЗА	По місцю біля трубопроводу фосфорної пульпи			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

Таблиця № Д.3-2

X mV	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

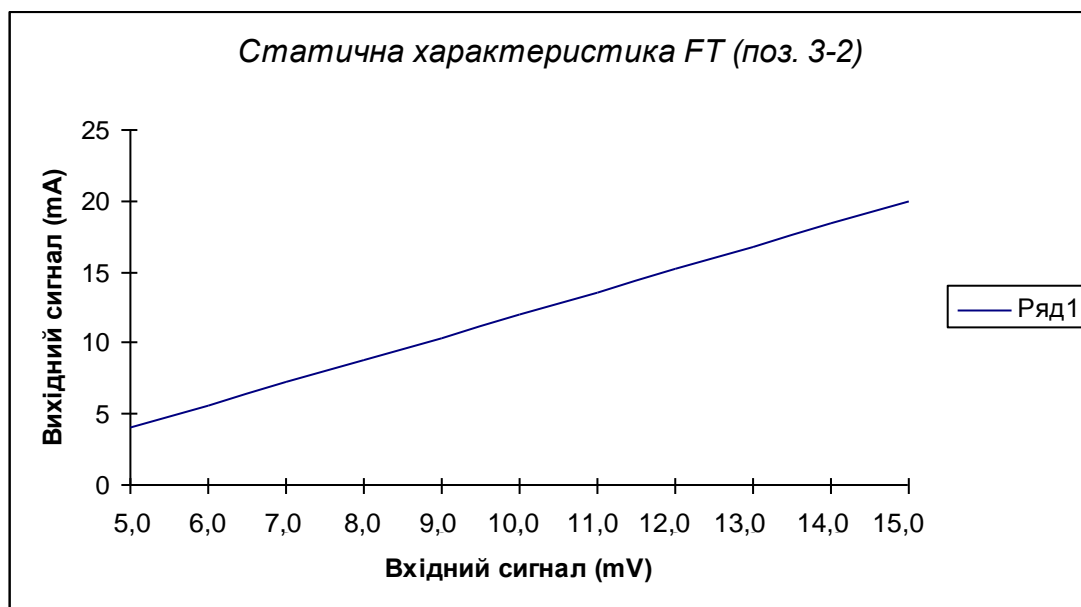


Рис. 3.12. Статична характеристика сигналів пристрою у контуру регулювання витрати.

### **Визначення статичних характеристик регулятора (поз. 3-3)**

Для розрахунку статичних характеристик для сигналів регулятора FIC (поз. 3-3) у контурі регулювання витрати фосфорної пульпи на вході у хімічний реактор-нейтралізатор використовуємо данні з таблиці П.3-3 паспорту ТЗА.

У ланцюгах між приладами, як ми вже вказували вище, статична характеристика для сигналів регулятора також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики сигналів FIC (поз. 3-3) регулятора витрати фосфорної пульпи обираємо залежність у вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.67)$$

де Y – значення вихідного сигналу з регулятора витрати FIC (поз. 3-3);

X – значення вхідного сигналу від пристрою FT (поз. 3-2).

# Паспорт регулятора FIC (поз. 3-3)

Таблиця № П.3-3.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 3-3			
Назва контрольованого параметру	Витрата фосфорної пульпи на вході у реактор- нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	2,7 М³/год	6,2 М³/год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.13	Табл. Д.3-3		
	Функція			
	$Y = 0 + 1,0 \cdot X$			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора- нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



**Мікропроцесорний регулятор  
MIK-21**

**Виробник і постачальник:**  
ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.67) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.68)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.69)$$

Відповідно по даних з таблиці П.3-3 паспорта ТЗА рівняння (3.68) та (3.69) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 4 \quad (3.70)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (3.71)$$

Для розрахунків значень статичної характеристики сигналів регулятора FIC (поз. 3-3) згідно рівняння (3.70) та (3.71) отримуємо залежність (3.67) у такому вигляді

$$Y = 0 + 1,0 \cdot X \quad (3.72)$$

Відповідно по залежності (3.72) далі розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики регулятора витрати FIC (поз. 3-3) і записуємо дані у таблицю Д.3-3 та будуємо графік (рис. 3.13)

Таблиця № Д.3-3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

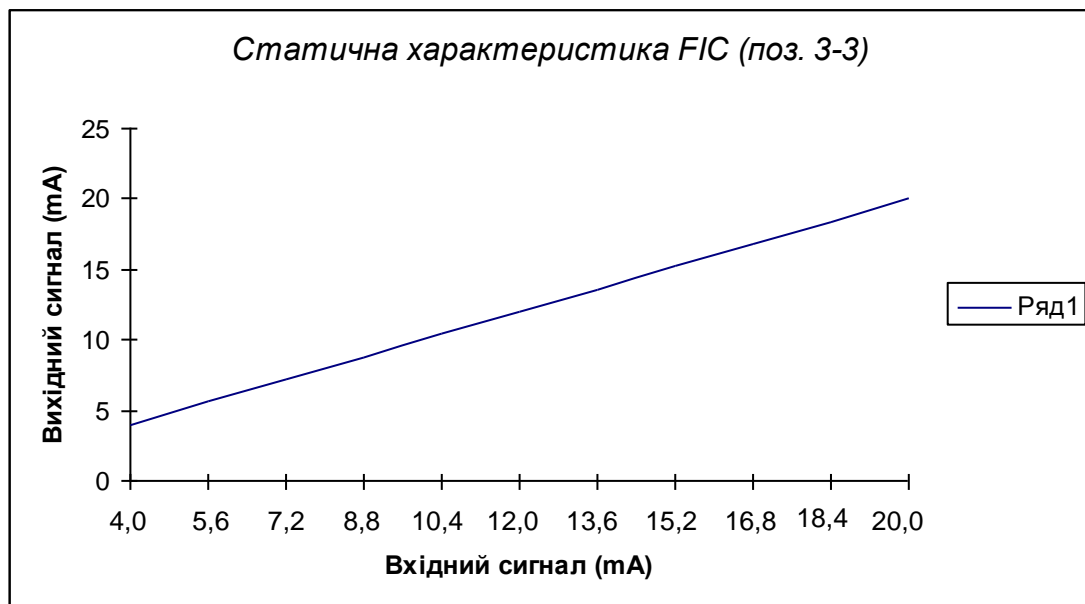


Рис. 3.13. Статична характеристика для сигналів автоматичного регулятора витрати.

Автоматичний регулятор витрати FIC (поз. 3-3) має дисплей і згідно значень вхідного сигналу від пристрою FT на дисплею регулятора (поз. 3-3) відображаються відповідні значення витрати потоку фосфорної пульпи на вході у хімічний реактор-нейтралізатор. З цих причин необхідно розрахувати для регулятора витрати ще другу статичну характеристику для залежності відображення значень витрати потоку фосфорної пульпи на дисплею від вхідного

струмового сигналу до регулятора FIC (поз. 3-3). Для виконання розрахунків статичної характеристики залежності значень витрати на дисплею регулятора від вхідного струмового сигналу використовуємо дані з таблиці ПД.3-3 паспорту дисплея регулятора (поз. 3-3).

**Паспорт дисплея регулятора FIC (поз. 3-3)      Таблиця № ПД.3-3.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 3-3			
Назва контрольованого параметру	Витрата сировини А на вході у хімічний реактор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	2,7 М³/год	6,2 М³/год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	—		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.14	Табл. ДД.3-3		
	Функція $Y = 1,825 + 0,218 * X$			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом хімічного реактора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

**Мікропроцесорний регулятор  
MIK-21**

**Виробник і постачальник:**  
ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Статична характеристика залежності відображення значень витрати потоку фосфорної пульпи на дисплею регулятора від значення вхідного сигналу також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для даної статичної характеристики обираємо лінійну залежність у такому вигляді

$$Y = A + B * X, \quad (3.73)$$

де  $Y$  – значення витрати потоку фосфорної пульпи, яке повинно показуватися на дисплеї автоматичного регулятора (поз. 3-3);

$X$  – значення струмового сигналу на вході у автоматичний регулятор від пристрою (поз. 3-2) про значення витрати потоку фосфорної пульпи.

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.73) також будемо використовувати чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.74)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.75)$$

Відповідно по даних з таблиці ПД.3-3 паспорту для дисплея регулятора можна рівняння (3.74) та (3.75) записати у такому вигляді

$$2,7 = A + B \cdot 4 \quad (3.76)$$

$$6,2 = A + B \cdot 20 \quad (3.77)$$

Для розрахунку статичної характеристики шкали дисплея регулятора FIC (поз. 3-3) згідно рівняння (3.76) та (3.77) отримуємо наступну залежність (3.73) у такому вигляді

$$Y = 1,825 + 0,218 \cdot X \quad (3.78)$$

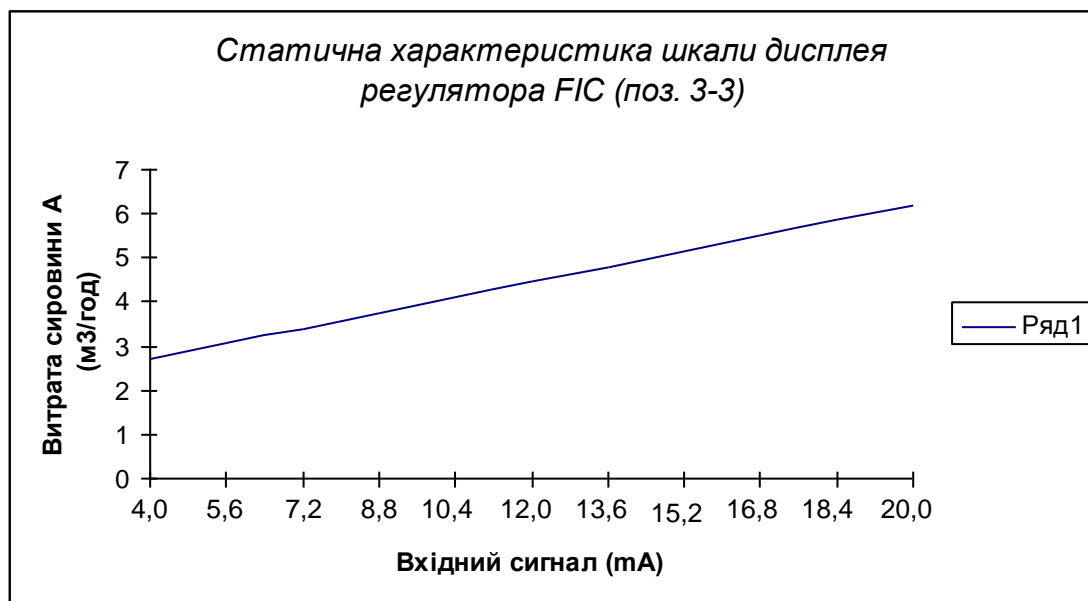


Рис. 3.14. Статична характеристика для шкали дисплея регулятора витрати.

Таблиця № ДД.3 -3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y M³/ГОД	2,7	3,05	3,4	3,75	4,1	4,45	4,8	5,15	5,5	5,85	6,2

Відповідно по залежності (3.78) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики шкали дисплея регулятора FIC (поз. 3-3) і записуємо дані у таблицю ДД.3-3 та будуємо графік (рис. 3.14).

### **Визначення статичних характеристик приладу (поз. 3-4)**

У контурі регулювання витрати потоку фосфорної пульпи прилад (поз. 3-4) є блоком ручного управління, котрий використовується у робочому режимі роботи хімічного реактора-нейтралізатора відповідно до технологічного регламенту і пропускає вихідний сигнал автоматичного регулятора (поз. 3-3) у напрямку до регулювального клапану (поз. 3-6). Блок ручного управління має два режиму роботи: один – «автоматичний» і другий – «ручний». У режимі «автоматичний» вихідний сигнал від автоматичного регулятора витрати подається по ланцюгу контуру у напрямку до регулювального клапану, монтаж якого передбачається на трубопроводі фосфорної пульпи хімічного реактора-нейтралізатора. Режим роботи – «ручний» використовується робочим персоналом при запуску у роботу хімічного реактора-нейтралізатора, або при зупинці процесу змішування фосфорної пульпи з аміаком  $\text{NH}_3$  по відповідним причинам, наприклад, аварія на виробництві або технологічна зупинка процесів на хімічному виробництві для чистки апаратів.

Блок ручного управління (поз. 3-4) має два ланцюга для проходження сигналів один це сигнал між автоматичним регулятором і обладнанням розташованим по ланцюгу пристроїв до регулювального клапану, а другий ланцюг забезпечує передачу сигналу від датчика GE (поз. 3-7) до дисплея БРУ, на якому показується відсоток відкриття клапану на трубопроводі фосфорної пульпи, щоби контролювати стан регулювального клапану від, якого залежить продуктивність хімічного реактора-нейтралізатора. З цих причин для блоку ручного управління НСІ (поз. 3-4) потрібно розрахувати дві статичні характеристики сигналів. Для розрахунку статичної характеристики сигналів приладу НСІ (поз. 3-4) у контурі регулювання витрати фосфорної пульпи використовуємо данні з таблиці П.3-4 паспорту ТЗА.



# Паспорт блоку ручного управління НСІ (поз. 3-4)

Таблиця № П.3-4.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 3-4			
Назва контрольованого параметру	Витрата фосфорної пульпи на вході у реактор- нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	2,7 М³/год	6,2 М³/год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.15	Табл. Д.3-4		
	Функція			
	$Y = 0 + 1,0 \cdot X$			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора- нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



**Блок ручного управління БРУ-7**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
[WWW.MICROL.UA](http://WWW.MICROL.UA)

**Блок ручного управління БРУ-7**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
[WWW.MICROL.UA](http://WWW.MICROL.UA)

У ланцюгу між автоматичним регулятором витрати та БРУ (поз. 3-4) статична характеристика сигналів також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики блоку ручного управління (поз.3-4) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X \quad , \quad (3.79)$$

де Y – значення вихідного сигналу з БРУ (поз. 3-4);

X – значення вхідного сигналу до БРУ від регулятора витрати ( поз. 3-3).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.79) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.80)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.81)$$

Відповідно по даних з таблиці П.3-4 паспорту ТЗА рівняння (3.80) та (3.81) можна записати у такому вигляді

$$4 = A + B \cdot 4 \quad (3.82)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (3.83)$$

Для статичної характеристики сигналів БРУ (поз. 3-4) згідно рівняння (3.82) та (3.83) отримуємо наступну залежність (3.79) у такому вигляді

$$Y = 0 + 1,0 \cdot X \quad (3.84)$$

Відповідно по залежності (3.84) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики БРУ та записуємо дані у таблицю Д.3-4 та будуємо графік (рис. 3.15).

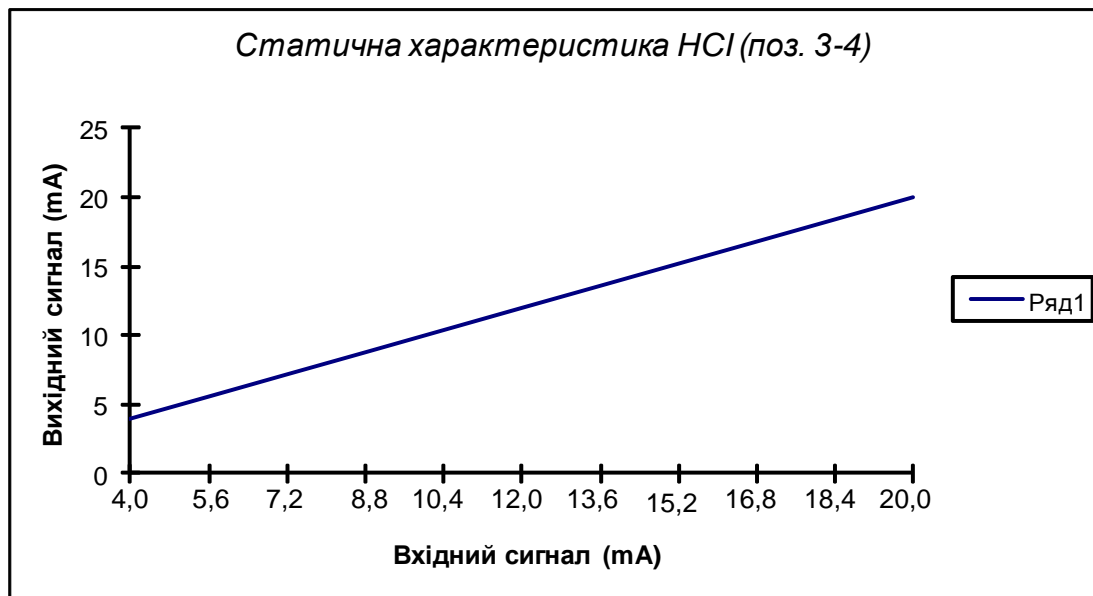


Рис. 3.15. Статична характеристика сигналів блоку ручного управління у контуру регулювання.

Таблиця № Д.3-4

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Блок ручного управління (поз. 3-4) має дисплей і згідно значень вхідного сигналу на дисплею повинні відображатися відповідні значення відсотків відкриття клапану (поз. 3-6) на трубопроводі потоку фосфорної пульпи.

**Паспорт дисплея БРУ НСІ (поз. 3-4)      Таблиця № ПД.3-4.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 3-4			
Назва контрольованого параметру	Відсоток відкриття клапану на трубопроводі фосфорної пульпи			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	0 %	100 %		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	—		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.16	Табл. ДД.3-4		
	Функція			
	$Y = - 25,0 + 6,25 * X$			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора- нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



**Блок ручного управління БРУ-7**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
[WWW.MICROL.UA](http://WWW.MICROL.UA)

**Блок ручного управління БРУ-7**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
[WWW.MICROL.UA](http://WWW.MICROL.UA)

Згідно функціональної схеми контуру регулювання (рис. 3-1) на дисплей БРУ сигнал подається від датчика положення клапану GE (поз. 3-7) і тому необхідно розрахувати другу статичну характеристику для залежності відображення значень відсотків відкриття клапану на трубопроводі потоку фосфорної пульпи по значенню вхідного струмового сигналу до приладу НСІ. Для

виконання розрахунків статичної характеристики для дисплея БРУ (поз. 3-4) використовуємо дані з таблиці ПД.3-4 паспорту ТЗА.

Статична характеристика залежності відображення значень на дисплею БРУ від вхідного сигналу датчика GE (поз. 3-7) також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B * X, \quad (3.85)$$

де  $Y$  – значення % на дисплею БРУ в залежності від вхідного сигналу з датчика положення регулювального клапану;

$X$  – значення струмового сигналу на вході у БРУ від датчика положення регулювального клапану GE (поз. 3-7).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.85) також будемо використовувати чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B * X_0 \quad (3.86)$$

$$Y_K = A + B * X_K \quad (3.87)$$

Відповідно по даних з таблиці ПД.3-4 паспорту дисплея БРУ рівняння (3.86) та (3.87) можна записати такому вигляді

$$0 = A + B * 4 \quad (3.88)$$

$$100 = A + B * 20 \quad (3.89)$$

Для статичної характеристики дисплея блоку ручного управління НСІ (поз. 3-4) згідно по залежності (3.88) та (3.89) отримуємо наступну залежність (3.85) у такому вигляді

$$Y = - 25 + 6,25 * X \quad (3.90)$$

Таблиця № ДД.3-4

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Відповідно по залежності (3.90) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики дисплея блоку ручного управління НСІ (поз. 3-4) і записуємо дані у таблицю ДД.3-4 та будуємо графік (рис.3.16).

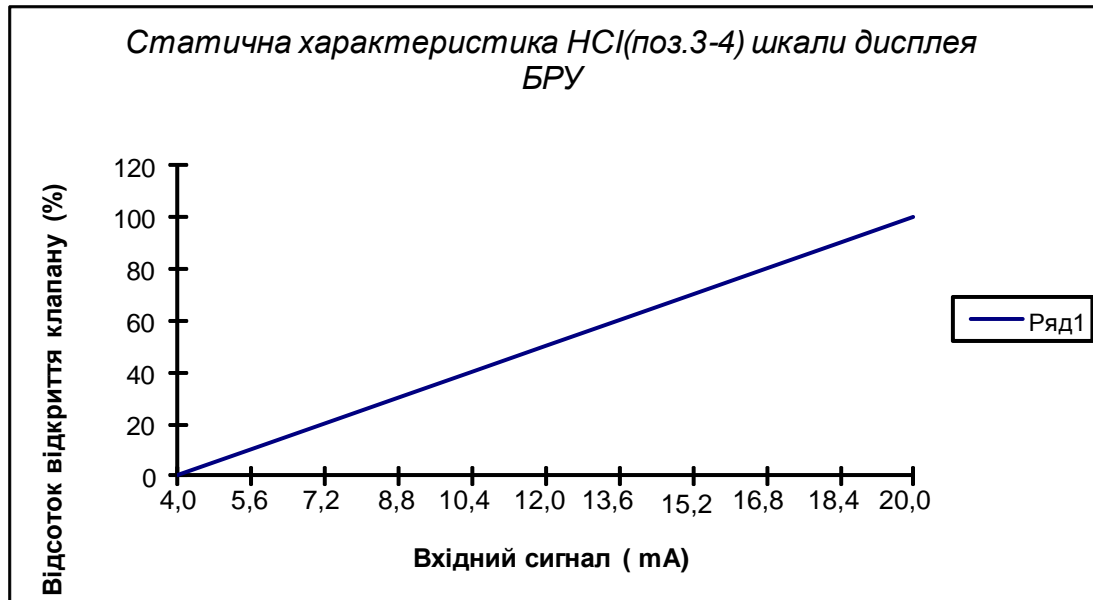


Рис. 3.16. Статична характеристика дисплея блоку ручного управління з контуру регулювання витрати потоку фосфорної пульпи.

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 3-5)**

У графічному умовному позначенні пристрою (поз. 3-5) вказана функція призначення пристрою  $FY^{E/P}$ , яка показує – пристрій є електропневматичним перетворювачем вхідного струмового сигналу у вихідний пневматичний сигнал у вигляді тиску повітря згідно значення вхідного струму.

Пневматичний сигнал використовується для роботи регулювального клапану (поз. 3-6), щоби у динаміці процесу регулювання постійна часу керуючого впливу була мінімальною. Пристрій  $FY^{E/P}$  закріплюється на корпусу регулювального клапану (поз. 3-6) і є частиною конструкції, яку наведено у таблиці П.3-5 паспорту ТЗА.

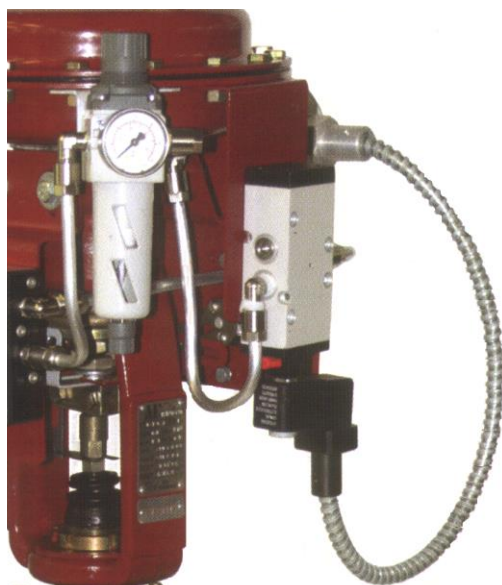
У ланцюгу перетворювача сигналу  $FY^{E/P}$  між струмом та тиском повітря статична характеристика повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики перетворювача сигналів (поз. 3-5) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.91)$$

де  $Y$  – значення пневматичного сигналу (тиск повітря) на виході з  $FY^{E/P}$ ;

$X$  – значення струмового вхідного сигналу, котрий подається від блоку ручного управління НСІ (поз. 3-4).

**Паспорт перетворювача  $FY$  (поз. 3-5)      Таблиця № П.3-5.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 3-5			
Назва контрольованого параметру	Витрата фосфорної пульпи на вході у реактор- нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	2,7 М³/год	6,2 М³/год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	0,2 ... 1,0 кГ/см²		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.17	Табл. Д.3-5		
	Функція			
	Y= 0 + 0,05 *X			
Місце встановлення ТЗА	На корпусі регулювального клапану		<p>Перетворювач КМРО електричного сигналу у пневматичний</p> <p><b>Виробник:</b> ООО ПНФ “ЛГ АВТОМАТИКА”</p> <p><b>Постачальник:</b> ООО КСК-АВТОМАТИЗАЦІЯ 0266), Київ, вул.. М. Расковой 4-б</p>	
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.91) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати рівняння у такому вигляді

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.92)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.93)$$

Відповідно по даних з таблиці П.3-5 паспорту ТЗА рівняння (3.92) та (3.93) можна записати таким чином:

$$0,2 = A + B * 4 \quad (3.94)$$

$$1,0 = A + B * 20 \quad (3.95)$$

Для розрахунку статичної характеристики сигналів перетворювача  $FY^{E/P}$  (поз. 3-5) згідно рівняння (3.94) та (3.95) отримуємо наступну залежність (3.91) у такому вигляді

$$Y = 0 + 0,05 * X \quad (3.96)$$

Відповідно по залежності (3.96) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики перетворювача  $FY^{E/P}$  і записуємо дані у таблицю Д.3-5 та також будуємо графік (рис. 3.17).

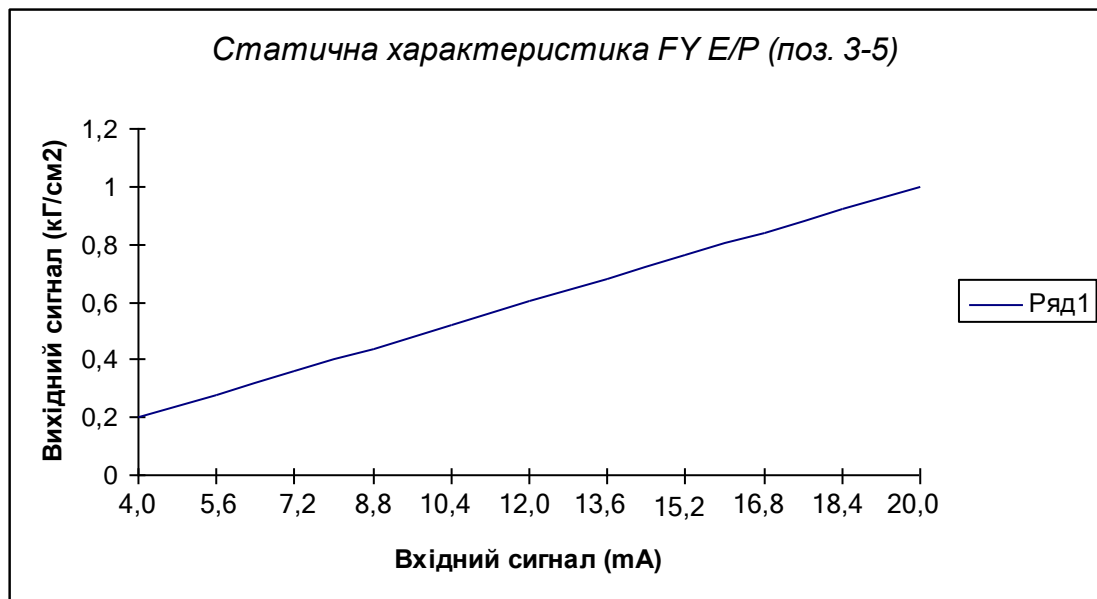


Рис. 3.17. Статична характеристика сигналів перетворювача вхідного електричного струму у тиск повітря.

Таблиця № Д.3-5

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y кГ/см²	0,2	0,28	0,36	0,44	0,52	0,6	0,68	0,76	0,84	0,92	1,0

**Визначення статичної характеристики**  
**регулювального клапану (поз. 3-6)**

На функціональній схемі контурів регулювання (рис. 3-1) на позиції (поз. 3-6) передбачено використання пневматичного регулювального клапану, на якій подається тиск повітря, як вхідний сигнал для впливу на відсоток закриття або відкриття клапану у трубопроводі потоку фосфорної пульпи на вході у хімічний реактор-нейтралізатор.

У регулювального клапану (поз. 3-6) вхідний сигнал – тиск повітря впливає на зміщення клапану, тобто зміщення на декілька міліметрів і тому існує статична характеристика, яка повинна відповідати виду лінійної залежності. Для статичної характеристики регулювального клапану (поз. 3-6) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.97)$$

де  $Y$  – значення лінійного зміщення регулювального клапану (поз. 3-6);

$X$  – значення вхідного сигналу у вигляді тиску повітря, яке подається від перетворювача сигналів (поз. 3-5).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.97) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.98)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.99)$$

Відповідно по даних з таблиці П.3-6 паспорту ТЗА рівняння (3.98) та (3.99) можна записати таким чином:

$$0 = A + B \cdot 0,2 \quad (3.100)$$

$$30 = A + B \cdot 1,0 \quad (3.101)$$

Для розрахунку статичної характеристики сигналів регулювального клапану (поз. 3-6) згідно рівняння (3.100) та (3.101) отримуємо наступну залежність (3.97) у такому вигляді

$$Y = - 7,5 + 37,5 \cdot X \quad (3.102)$$

Відповідно по залежності (3.102) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики пневматичного регулювального клапану і записуємо дані у таблицю Д.3-6 та будуємо графік (рис. 3.18).



**Паспорт регулювального клапану (поз. 3-6) Таблиця № П.3-6.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 3-6		
Назва контролюваного параметру	Витрата фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	2,7 М³/год	6,2 М³/год	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	0,2... 1,0 кГ/см²	0.. 30 мм	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 3.18	Табл. Д.3-6	
	Функція		
	Y= -7,5 +37,5 *X		
Місце встановлення ТЗА	На трубопроводі фосфорної пульпи реактора-нейтралізатора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	
	Тиск повітря	1,4 кГ/см²	

Регулювальний клапан

Виробник:  
ООО ПНФ “ЛГ АВТОМАТИКА”

Постачальник: ООО КСК-АВТОМАТИЗАЦІЯ  
0266), Київ, вул.. М. Расковой 4-б

**Регулювальний клапан**

**Виробник:**  
ООО ПНФ “ЛГ АВТОМАТИКА”

**Постачальник:** ООО КСК-АВТОМАТИЗАЦІЯ  
0266), Київ, вул.. М. Расковой 4-б

Таблиця № Д.3-6

<b>X</b> кГ/см²	0,2	0,28	0,36	0,44	0,52	0,6	0,68	0,76	0,84	0,92	1,0
<b>Y</b> мм	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30

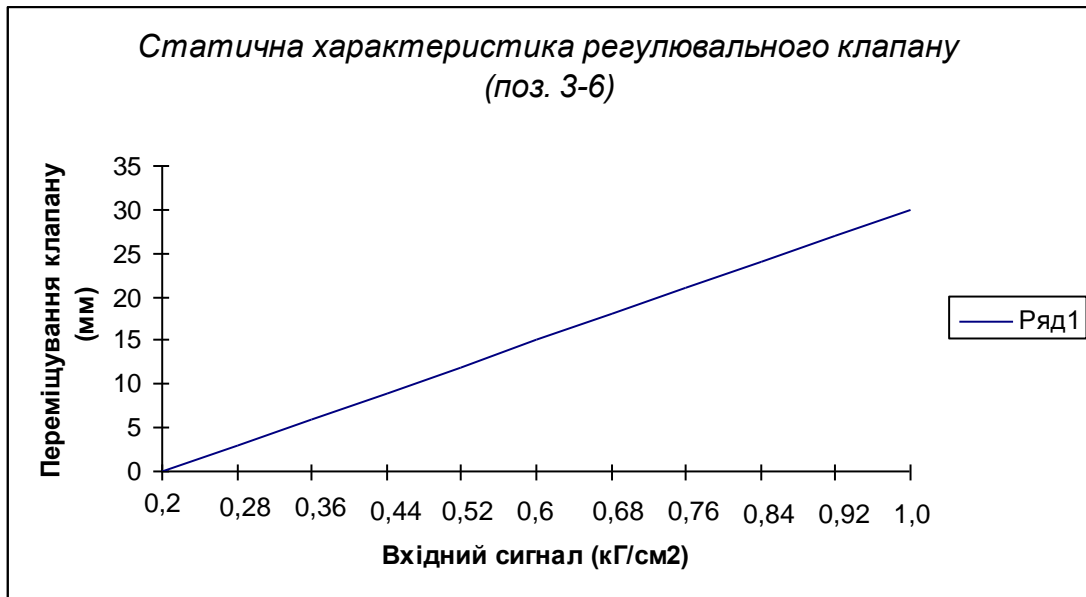


Рис. 3.18. Статична характеристика сигналів пневматичного регулювального клапана.

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 3-7)**

В конструкціях регулювальних клапанів використовується пристрій для контролю за лінійним зміщенням штоку з клапаном, як при збільшенні відкриття прохідного отвору на трубопроводі так і при зменшенні відсотків відкриття прохідного отвору. Такий пристрій (датчик) GE (поз. 3-7) закріплюється на корпусу регулювального клапана і має з'єднання зі штоком клапана, котрий переміщується мембраною при змінах значення вхідного сигналу (тиску повітря) від пристрою FУ<sup>Е/Р</sup> (електропневматичного перетворювача).

Датчик (вимірювач) GE (поз. 3-7) виробляє стандартний струмовий сигнал (4...20 mA), якій змінюється по зміщеннях штоку регулювального клапана (поз. 3-6). Пристрій GE (поз. 3-7) по конструкції і принципу дії є вимірювачем і тому має назву – датчик положення клапана і вихідний сигнал подається до блоку ручного управління (поз. 3-4), де на дисплею БРУ постійно показується значення % про відкриття регулювального клапана на трубопроводі потоку фосфорної пульпи.

У датчика положення клапана GE (поз. 3-7) вхідним сигналом є зміщення штоку разом з клапаном, тобто зміщення на декілька міліметрів впливає на змінювання вихідного струмового сигналу датчика GE і тому існує статична

характеристика, яка повинна відповідати виду лінійної залежності. Для визначення статичної характеристики датчика положення клапану GE (поз. 3-7) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.103)$$

де  $Y$  – значення лінійного зміщення штоку з клапаном;

$X$  – значення струмового вихідного сигналу з датчика GE (поз. 3-7).

### Паспорт вимірювача GE (поз. 3-7)

Таблиця № П.3-7.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 3-7			
Назва контрольованого параметру	% відкриття регулювального клапану			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	0 %	100 %		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	0 ... 30 мм	4.. 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.19	Табл. П.3-7		
	Функція			
	Y= 4,0 + 0,533 * X			
Місце встановлення ТЗА	На корпусі регулювального клапану		<p>Датчик положення регулювального клапану</p> <p>Виробник: ООО ПНФ “ЛГ АВТОМАТИКА”</p> <p>Постачальник: ООО КСК-АВТОМАТИЗАЦІЯ 0266), Київ, вул.. М. Расковой 4-б</p>	
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.103) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.104)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.105)$$

Відповідно по даних з таблиці П.3-7 паспорту датчика GE рівняння (3.104) та (3.105) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 0 \quad (3.106)$$

$$20 = A + B \cdot 30 \quad (3.107)$$

Для розрахунку статичної характеристики сигналів датчика положення GE (поз. 3-7) згідно рівняння (3.106) та (3.107) отримуємо наступну залежність (3.103) у такому вигляді

$$Y = 4,0 + 0,533 \cdot X \quad (3.108)$$

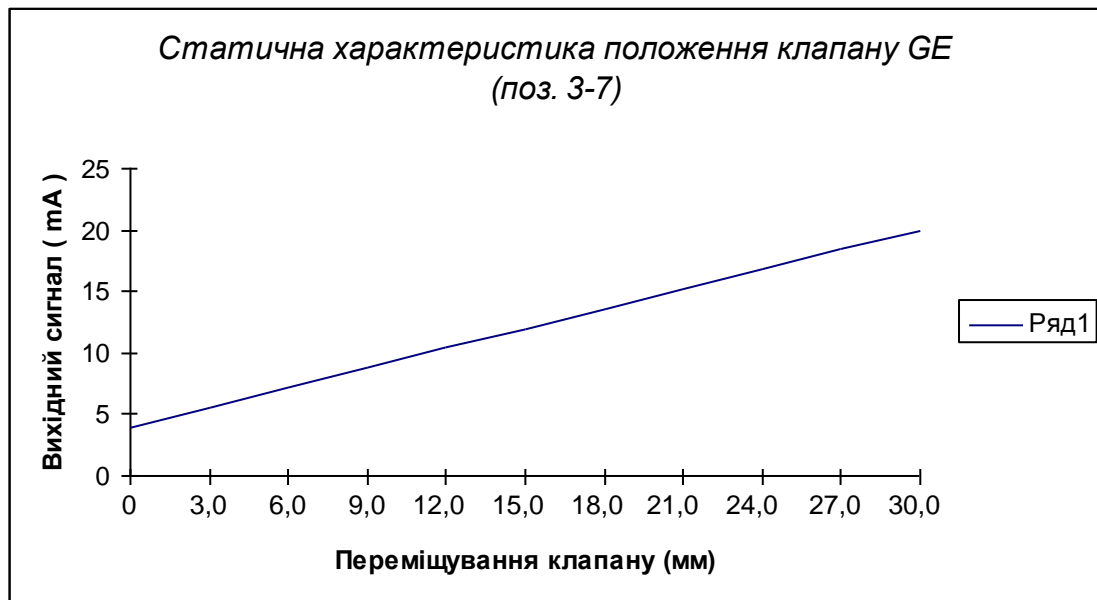


Рис. 3.19. Статична характеристика сигналів датчика положення клапану.

Таблиця № Д.3-7

X мм	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Y mA	0	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Відповідно по залежності (3.108) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики датчика положення клапану (поз. 3-7) і записуємо дані у таблицю Д.3-7 та будуємо графік (рис. 3.19).

### **3.1.3 Приклад паспортизації технічних засобів і розрахунки статичних характеристик сигналів у контуру регулювання витрати потоку аміаку $\text{NH}_3$ на вході у реактор-нейтралізатор**

Відповідна продуктивність хімічного реактора-нейтралізатора, як технологічного апарату на хімічному виробництві забезпечується контуром регулювання витрати потоку фосфорної пульпи і згідно технологічного регламенту на процес нейтралізації одночасно повинен подаватися потік аміаку  $\text{NH}_3$  на змішування у відповідному співвідношенні до значення вимірюваної витрати фосфорної пульпи. Для підтримки відповідного співвідношення між витратами вхідних потоків сировини у хімічний реактор-нейтралізатор у схемі автоматизації процесу нейтралізації передбачено контур регулювання співвідношення витрати аміаку  $\text{NH}_3$  по вимірюваних значеннях витрати потоку фосфорної пульпи. Контур регулювання співвідношення витрати потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на вході хімічного реактора-нейтралізатора має у своєму складі такі технічні засоби:

- вимірювач витрати FE (поз. 4-1);
- прилад FT (поз. 4-2) передає сигнал від вимірювача FE (поз. 4-1) до пульта керування;
- автоматичний регулятор співвідношення витрати FFIC (поз. 4-3);
- блок ручного управління HCI (поз. 4-4);
- перетворювач сигналу FY<sup>E/P</sup> (поз. 4-5);
- регулювальний клапан (поз. 4-6);
- датчик положення регулювального клапану GE (поз. 4-7).

Регулятор витрати FFIC (поз. 4-3) отримує три струмових сигнали:

- сигнал про вимірюване значення витрати потоку фосфорної пульпи;
- сигнал про вимірюване значення витрати потоку аміаку  $\text{NH}_3$ ;
- сигнал корегувальний про вимірюване значення pH, як якість нейтралізованої пульпи.

**Визначення статичної характеристики**  
**вимірювача витрати потоку аміаку NH<sub>3</sub> (поз. 4-1)**

Для розрахунку статичної характеристики вимірювача витрати потоку аміаку NH<sub>3</sub> використовуємо данні з таблиці П.4-1 паспорту ТЗА. У ланцюгах між приладами та пристроями контуру регулювання співвідношення витрати статична характеристика вимірювача FE (поз. 4-1) повинна відповідати також виду лінійної залежності

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.109)$$

де Y – значення вихідного сигналу з вимірювача витрати FE (поз. 4-1);  
X – значення витрати, яку вимірювач (поз. 4-1) контролює і формує вихідний сигнал про витрату потоку аміаку NH<sub>3</sub>.

**Паспорт вимірювача FE (поз. 4-1)**

Таблиця № П.4-1.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 4-1			
Назва контрольованого параметру	Витрата аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор- нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	1,4 М <sup>3</sup> /год	3,3 М <sup>3</sup> /год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	1,4 .. 3,3 М <sup>3</sup> /год	0.. 15 mV		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.20	Табл. Д.4-1		
	Функція			
	Y = - 11,052 + 7,89 * X			
Місце встановлення ТЗА	На трубопроводі потoku аміаку NH <sub>3</sub> у реактор- нейтралізатор			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



Електромагнітний витратомір  
ROSEMOUNT 8700

Виробник:  
[www.EmersonProcess.com](http://www.EmersonProcess.com)

Постачальник:  
[www.metran.kiev.com](http://www.metran.kiev.com)

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.109) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.110)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.111)$$

Відповідно по даних з таблиці П.4-1 паспорту вимірювача витрати FE рівняння (3.110) та (3.111) можна записати таким чином:

$$0 = A + B \cdot 1,4 \quad (3.112)$$

$$15 = A + B \cdot 3,3 \quad (3.113)$$

Для розрахунку статичної характеристики вимірювача FE (поз. 4-1) згідно рівняння (3.112) та (3.113) отримуємо наступну залежність (3.109) у такому вигляді

$$Y = -11,052 + 7,89 \cdot X \quad (3.114)$$

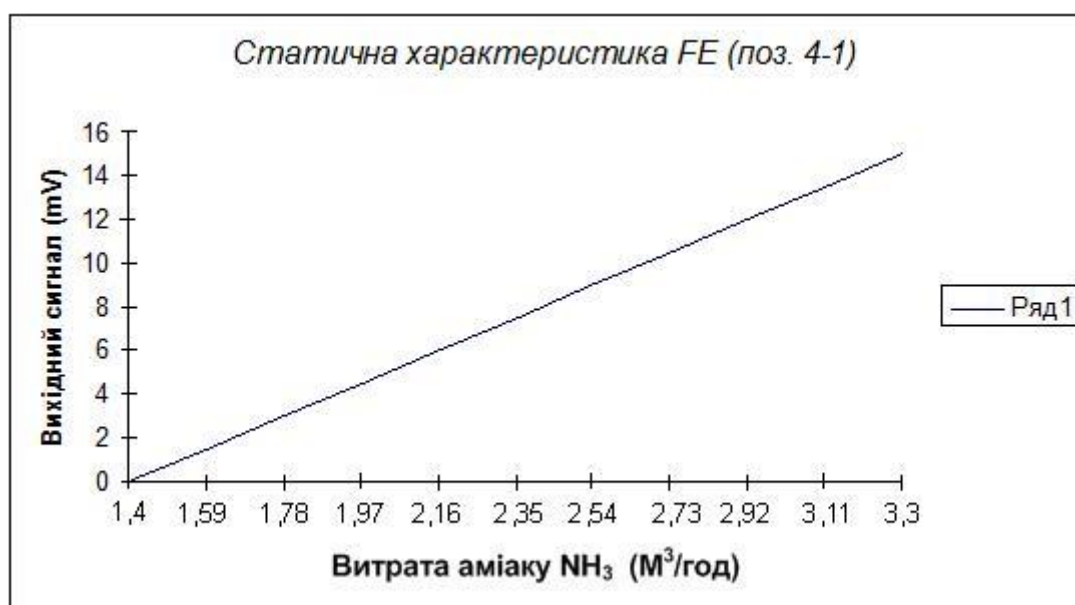


Рис. 3.20. Статична характеристика сигналів вимірювача витрати аміаку NH<sub>3</sub>.

Таблиця № Д.4-1

X M³/год	1,4	1,59	1,78	1,97	2,16	2,35	2,54	2,73	2,92	3,11	3,3
Y mV	0	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15

Відповідно по залежності (3.114) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики вимірювача витрати аміаку NH<sub>3</sub> і записуємо у таблицю

даних Д.4-1. По даних таблиці Д.4-1 будуюмо графік статичної характеристики (рис. 3.20), котрий показує залежність значень вихідного сигналу вимірювача FE (поз. 4-1) від значень вимірюваної витрати потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на вході у хімічний реактор-нейтралізатор.

**Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 4-2)**

Для розрахунку статичних характеристик сигналів пристрою FT (поз. 4-2) у контурі регулювання співвідношення витрати потоку аміаку  $\text{NH}_3$  зі значенням витрати потоку фосфорної пульпи використовуємо данні з таблиці П.4-2 паспорту ТЗА.

У ланцюгах сигналів між пристроями у контуру регулювання співвідношення витрат статична характеристика сигналів також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики пристрою FT (поз. 4-2) обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.115)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу пристрою FT (поз. 4-2);

$X$  – значення вхідного сигналу до пристрою FT (поз. 4-2) від вимірювача витрати FE (поз. 4-1).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.115) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.116)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.117)$$

Відповідно по даних з таблиці П.4-2 паспорту приладу FT (поз. 4-2) рівняння (3.116) та (3.117) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 0 \quad (3.118)$$

$$20 = A + B \cdot 15 \quad (3.119)$$

Для розрахунку значень статичної характеристики сигналів пристрою FT (поз. 4-2) згідно рівняння (3.118) та (3.119) отримуємо наступну залежність (3.115) у такому вигляді

$$Y = -4,0 + 1,066 \cdot X \quad (3.120)$$



Відповідно по залежності (3.120) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики пристрою FT (поз. 4-2) і записуємо значення даних у таблицю Д.4-2.

**Паспорт пристрою FT (поз. 4-2)**

Таблиця № П.4-2.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 3-2			
Назва контрольованого параметру	Витрата аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	1,4 М <sup>3</sup> /год	3,3 М <sup>3</sup> /год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	0 ... 15 mV	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.21	Табл. Д.4-2		
	Функція			
	Y= - 4,0 + 1,066*X			
Місце встановлення ТЗА	По місцю біля трубопроводу аміаку NH <sub>3</sub>			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



Блок нормалізації сигналу  
HART/4-20 mA  
електромагнітного витратоміру  
ROSEMOUNT 8700

Виробник:  
[www.EmersonProcess.com](http://www.EmersonProcess.com)

Постачальник:  
[www.metran.kiev.com](http://www.metran.kiev.com)

Таблиця № Д.4-2

X mV	0	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

По даним таблиці Д.4-2 будуюмо графік статичної характеристики (рис. 3.21) для приладу FT (поз. 4-2), якій передає сигнал від вимірювача витрати потоку аміаку  $\text{NH}_3$  (поз. 4-1) на пульт керування до регулятора співвідношення витрат FFIC (поз. 4-3).

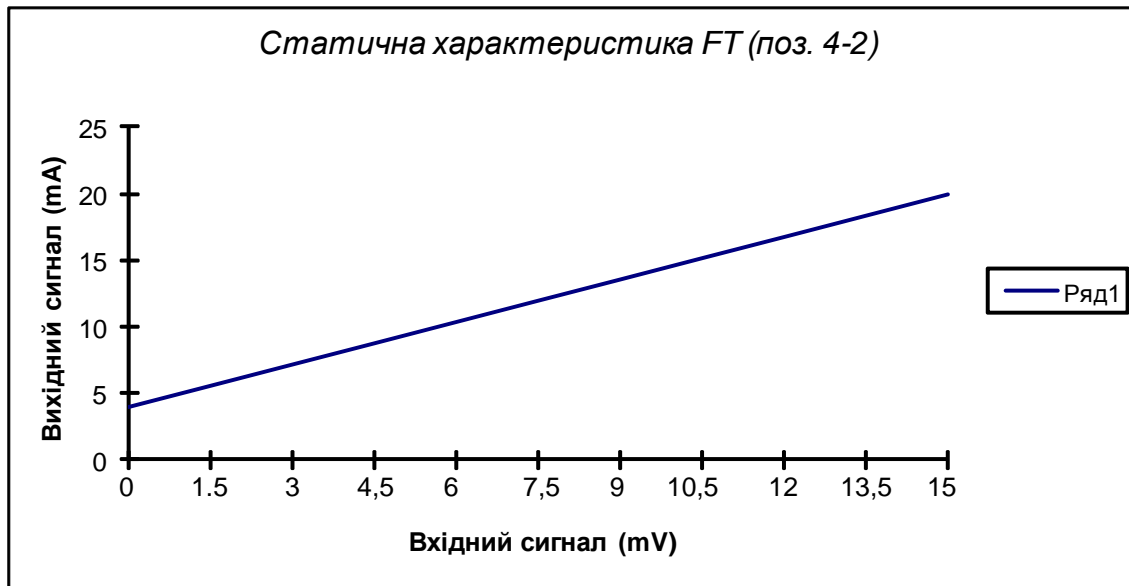


Рис. 3.21. Статична характеристика сигналів пристрою у контуру регулювання витрати  $\text{NH}_3$ .

### **Визначення статичних характеристик регулятора співвідношення витрат (поз. 4-3)**

Для розрахунку статичних характеристик для сигналів автоматичного регулятора співвідношення витрат FFIC (поз. 4-3) у контурі регулювання витрати потоку аміаку  $\text{NH}_3$  використовуємо данні з таблиці П.4-3 паспорту ТЗА.

У ланцюгах контуру регулювання співвідношення витрат статична характеристика для сигналів між приладами повинна також відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики сигналів FFIC (поз. 4-3) обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.121)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу з регулятора FFIC;

$X$  – значення сигналу на вході у автоматичний регулятор (поз. 4-3) про витрату потоку аміаку  $\text{NH}_3$ .

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.121) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.122)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.123)$$

### Паспорт регулятора FFIC (поз. 4-3)

Таблиця № П.4-3.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 4-3			
Назва контрольованого параметру	Витрата аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	1,4 М <sup>3</sup> /год	6,2 М <sup>3</sup> /год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.22	Табл. Д.4-3		
	Функція $Y = 0 + 1,0 \cdot X$			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



**Мікропроцесорний регулятор MIK-25 співвідношення параметрів**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Відповідно по даних з таблиці П.4-3 паспорта регулятора (поз. 4-3) рівняння (3.122) та (3.123) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 4 \quad (3.124)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (3.125)$$

Для розрахунку значень статичної характеристики сигналів регулятора FFIC (поз. 4-3) згідно рівняння (3.124) та (3.125) отримуємо наступну залежність (3.121) у такому вигляді

$$Y = 0 + 1 * X \quad (3.126)$$

Відповідно по залежності (3.126) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики регулятора FFIC (поз. 4-3) і записуємо дані у таблицю Д.4-3 та будуємо графік (рис.3.22).

Таблиця № Д.4-3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

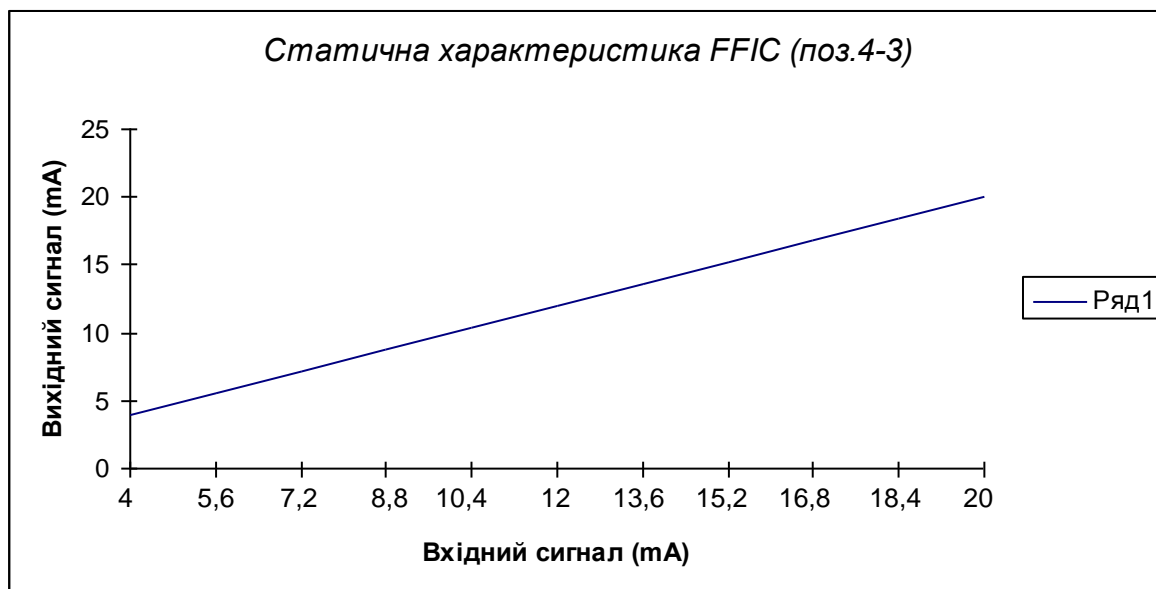


Рис. 3.22. Статична характеристика сигналів регулятора співвідношення витрат.

Регулятор FFIC (поз. 4-3) має дисплей і згідно значень вхідного сигналу до автоматичного регулятора на дисплею відображаються відповідні значення витрати аміаку  $\text{NH}_3$  на вході у хімічний реактор-нейтралізатор. З цієї причини необхідно також розрахувати другу статичну характеристику для залежності значень витрати аміаку  $\text{NH}_3$  від вхідного струмового сигналу до регулятора FFIC. Для виконання розрахунків використовуємо дані з таблиці ПД.4-3 паспорту дисплея регулятора співвідношення витрат.

Статична характеристика залежності значень на дисплею від вхідного сигналу також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики обираємо лінійну залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.127)$$

де  $Y$  – значення витрати потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на дисплею згідно вхідного струмового сигналу;

$X$  – значення струмового вхідного сигналу до регулятора (поз. 4-3) від приладу FT (поз. 4-2).

### Паспорт дисплея регулятора FFIC (поз. 4-3)

Таблиця № ПД.4-3.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 4-3			
Назва контрольованого параметру	Витрата аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	1,4 М <sup>3</sup> /год	3,3 М <sup>3</sup> /год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4... 20 mA	1,4... 3,3 М <sup>3</sup> /год		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.23	Табл. ДД. 4-3		
	Функція			
	Y= 0,925 + 0,118*X			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



**Мікропроцесорний регулятор MIK-25 співвідношення параметрів**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.127) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.128)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.129)$$

Відповідно по даних з таблиці ПД.4-3 паспорту для дисплея регулятора рівняння (3.128) та (3.129) можна записати таким чином:

$$1,4 = A + B \cdot 4 \quad (3.130)$$

$$3,3 = A + B \cdot 20 \quad (3.131)$$

Для розрахунку статичної характеристики дисплея регулятора FFIC (поз. 4-3) згідно рівняння (3.130) та (3.131) отримуємо наступну залежність (3.127) у такому вигляді

$$Y = 0,925 + 0,118 \cdot X \quad (3.132)$$

Відповідно по залежності (3.132) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики регулятора FFIC і записуємо дані для дисплея у таблицю ДД.4-3 та будуємо графік (рис. 3.23).

Таблиця № ДД.4 -3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y м³/ГОД	1,4	1,59	1,78	1,97	2,16	2,35	2,54	2,73	2,92	3,11	3,3

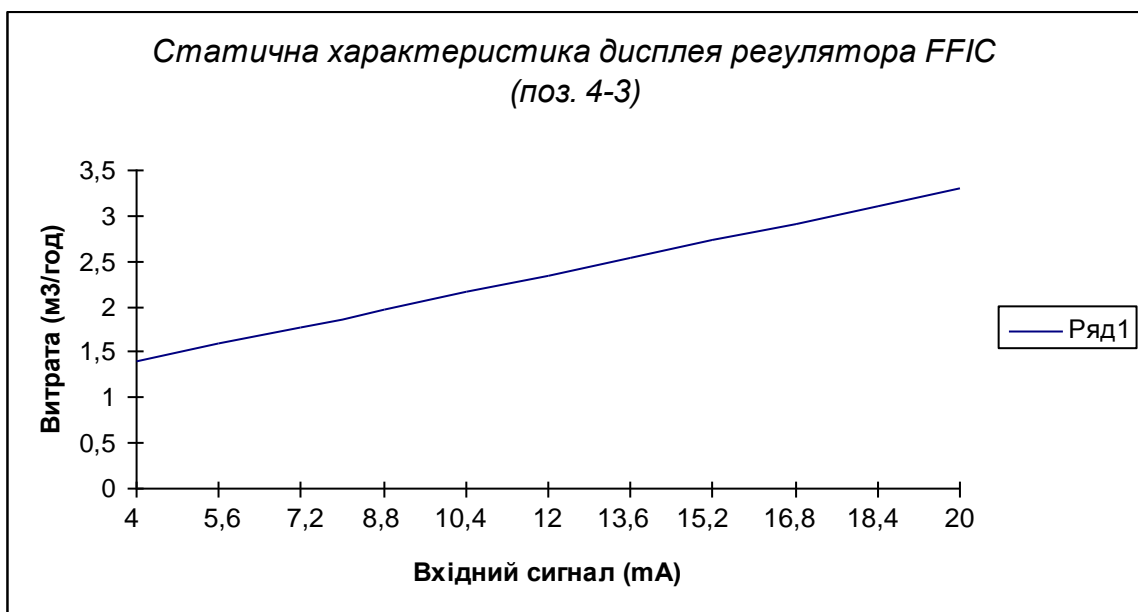


Рис. 3.23. Статична характеристика для шкали дисплея регулятора співвідношення витрат.

### **Визначення статичних характеристик приладу (поз. 4-4)**

Прилад (поз. 4-4) є блоком ручного управління, якій використовується у робочому режимі роботи хімічного реактора-нейтралізатора згідно технологічного регламенту на процес. БРУ пропускає вихідний сигнал автоматичного регулятора співвідношення витрат (поз. 4-3) у напрямку до регулювального клапану (поз. 4-6). Блок ручного управління має два режиму роботи: один – «автоматичний» і другий – «ручний». У режимі «автоматичний» вихідний сигнал від автоматичного регулятора (поз. 4-3) подається у напрямку до регулювального клапану, монтаж якого передбачено на трубопроводі потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на вході у хімічний реактор-нейтралізатор. Режим роботи – «ручний» використовується при запуску у роботу хімічного реактора-нейтралізатора та при зупинці процесу з відповідної причини, наприклад, аварія на виробництві або технологічна зупинка процесів на хімічному виробництві для чистки апаратів.

Блок ручного управління (поз. 4-4) має два ланцюга для проходження сигналів: один це сигнали між автоматичним регулятором і обладнанням регулювального клапану; другий ланцюг забезпечує передачу сигналу для дисплея БРУ, на котрому показується відсоток відкриття регулювального клапану у трубопроводі потоку аміаку  $\text{NH}_3$ . З цих причин для блоку ручного управління (поз. 4-4) потрібно розрахувати дві статичні характеристики сигналів.

У контуру регулювання співвідношення витрати потоку аміаку  $\text{NH}_3$  відповідно з вимірюваним значенням витрати потоку фосфорної пульпи для розрахунку статичної характеристики сигналів приладу НСІ (поз. 4-4) використовуємо данні з таблиці П.4-4 паспорту ТЗА.

У ланцюгах між приладами статична характеристика сигналів повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики блоку ручного управління також обираємо лінійну залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.133)$$

де  $Y$  – вихідний сигнал з блоку БРУ у режимі роботи «автоматичний»;

$X$  – значення вхідного сигналу до БРУ, якій подається від регулятора співвідношення витрат (поз. 4-3).

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.133) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.134)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.135)$$

Відповідно по даних з таблиці П.4-4 паспорту БРУ рівняння (3.134) та (3.135) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 4 \quad (3.136)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (3.137)$$

### Паспорт блоку ручного управління НСІ (поз. 4-4) Таблиця № П.4-4.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 4-4		
Назва контрольованого параметру	Витрата аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	1,4 м <sup>3</sup> /год	3,3 м <sup>3</sup> /год	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	4 ... 20 mA	4 ... 20 mA	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 3.25	Табл. Д.4-4	
	Функція		
	Y= 0 + 1,0*X		
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

**Блок ручного управління БРУ-7**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA



Для розрахунку статичної характеристики сигналів приладу НСІ (поз. 4-4) згідно рівняння (3.136) та (3.137) отримуємо наступну залежність (3.133) у такому вигляді

$$Y = 0 + 1,0 \cdot X \quad (3.138)$$

Відповідно по залежності (3.138) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики пристрою НСІ і записуємо дані у таблицю Д.4-4 та будуємо графік (рис. 3.24).

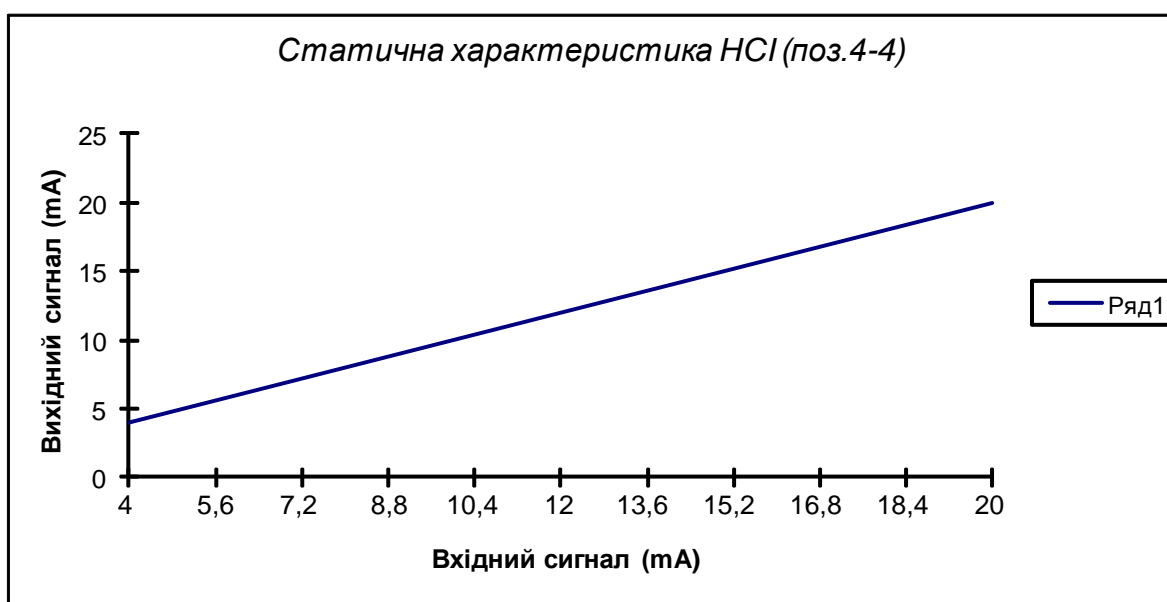


Рис. 3.24. Статична характеристика сигналів блоку ручного управління у контуру регулювання співвідношення витрат.

Таблиця № Д.4-4

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Прилад НСІ (поз. 4-4) має дисплей і згідно значень вхідного сигналу до БРУ іна дисплею відображаються відповідні значення відсотків відкриття клапану (поз. 4-6) на трубопроводу потоку аміаку  $\text{NH}_3$ .

Згідно функціональної схеми (рис. 3-1) у контуру регулювання співвідношення витрат на дисплей подається сигнал від датчика положення клапану GE (поз. 4-7) і тому необхідно розрахувати другу статичну характеристику по залежності значень відсотків відкриття клапану у трубопроводі потоку аміаку  $\text{NH}_3$ . Для виконання розрахунків використовуємо дані з таблиці ПД.4-4 паспорту дисплея БРУ.

**Паспорт дисплея БРУ НСІ (поз. 4-4)      Таблиця № ПД.4-4.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 4-4		
Назва контрольованого параметру	Відсоток відкриття клапану на трубопроводі аміаку NH <sub>3</sub>		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	0 %	100 %	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	4 ... 20 mA	0 ... 100 %	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 3.25	Табл. ДД.4-4	
	Функція		
	Y= - 25,0 + 6,25* X		
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

**Блок ручного управління БРУ-7**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Статична характеристика залежності значень відсотків відкриття клапану у трубопроводі потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на дисплею від вхідного сигналу до БРУ також

повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики дисплея НІС обираємо лінійну залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.139)$$

де  $Y$  – значення відсотків з відкриття регулювального клапану (поз. 4-6);

$X$  – значення вхідного сигналу до БРУ від датчика з контролю зміщення штоку з клапаном при змінах тиску повітря над мембраною регулювального клапану (поз. 4-6).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.139) будемо використовувемо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні залежності

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.140)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.141)$$

Відповідно по даних з таблиці ПД.4-4 паспорту дисплея БРУ рівняння (3.140) та (3.141) можна записати таким чином:

$$0 = A + B \cdot 4 \quad (3.142)$$

$$100 = A + B \cdot 20 \quad (3.143)$$

Для розрахунку статичної характеристики дисплея приладу НСІ (поз. 4-4) згідно рівняння (3.142) та (3.143) отримуємо наступну залежність (3.139) у такому вигляді

$$Y = -25 + 6,25 \cdot X \quad (3.144)$$

Відповідно по залежності (3.144) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики дисплея НСІ (поз. 4-4) і записуємо дані у таблицю ДД.4-4 та будуємо графік (рис. 3.25).

Таблиця № ДД.4-4

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

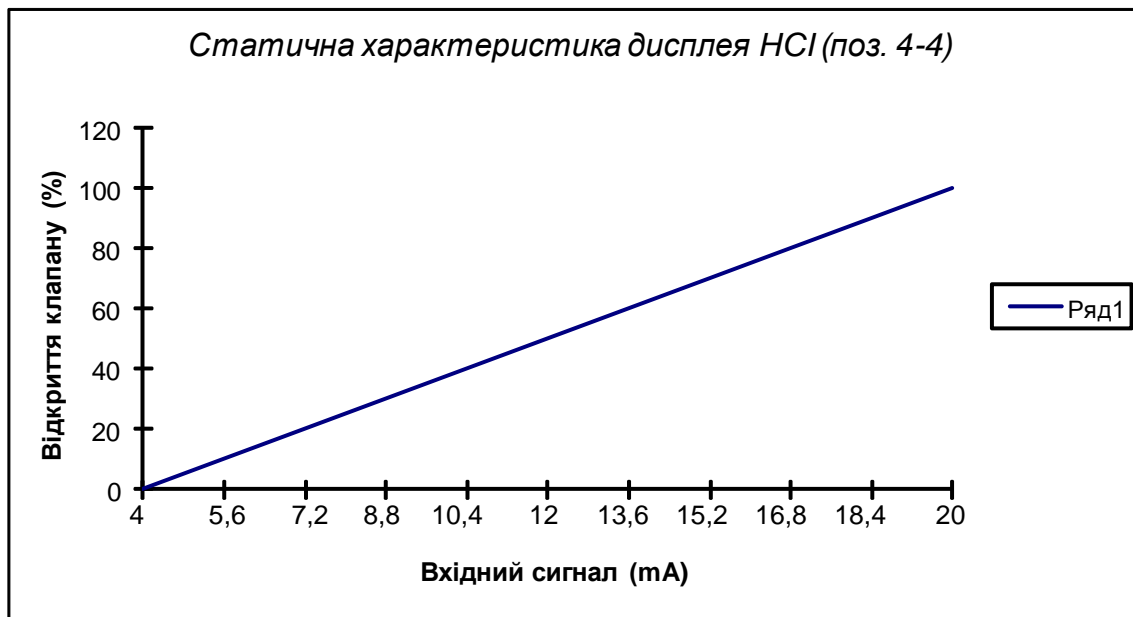


Рис. 3.25. Статична характеристика шкали дисплея блоку ручного управління.

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 4-5)**

У графічному умовному позначенні пристрою (поз. 4-5) вказана функція призначення  $FY^{E/P}$ , що вказує – пристрій є перетворювачем вхідного електричного сигналу (струму) у вихідний пневматичний сигнал (тиск повітря пропорційний значенню вхідного струму). Пристрій  $FY^{E/P}$  розташовується на корпусу регулювального клапану (поз. 4-6).

Пневматичний сигнал використовується для роботи регулювального клапану (поз. 4-6), щоби динаміка керуючого впливу була швидкою, тобто постійна часу регулювання була мінімальною. Пристрій  $FY^{E/P}$  закріплюється на корпусу регулювального клапану (поз. 4-6) і є невід’ємною частиною конструкції, яку наведено у таблиці П.4-5 паспорту ТЗА. У ланцюгах сигналів між струмом та тиском повітря перетворювача  $FY^{E/P}$  статична характеристика повинна відповідати також виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики перетворювача (поз. 4-5) обираємо лінійну залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.145)$$

де  $Y$  – значення сигналу (тиск повітря) на виході пристрою  $FY^{E/P}$ ;

$X$  – значення вхідного струмового сигналу на вході у перетворювач сигналів (поз. 4-5).

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.145) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.146)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.147)$$

### Паспорт перетворювача FУ<sup>EP</sup> (поз. 4-5)

Таблиця № П.4-5.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 4-5			
Назва контролюваного параметру	Витрата аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	1,4 М <sup>3</sup> /год	3,3 М <sup>3</sup> /год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	0,2 ... 1,0 кГ/см <sup>2</sup>		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.26	Табл. Д.4-5		
	Функція			
	Y= 0 + 0,05 *X			
Місце встановлення ТЗА	На корпусі регулювального клапану		Електропневматичний позиціонер PROFIBUS SAMSON  Постачальник: Самсон.02660, Київ, вул.. М. Расковой 19, оф.905  www.samson@samsoneng.kiev.ua	
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

Відповідно по даних з таблиці П.4-5 паспорта ТЗА рівняння (3.146) та (3.147) можна записати таким чином

$$0,2 = A + B \cdot 4 \quad (3.148)$$

$$1,0 = A + B \cdot 20 \quad (3.149)$$

Для розрахунку статичної характеристики для сигналів пристрою  $FY^{E/P}$  (поз. 4-5) згідно рівняння (3.148) та (3.149) отримуємо наступну залежність (3.145) у такому вигляді

$$Y = 0 + 0,05 * X \quad (3.150)$$

Відповідно по залежності (3.150) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики пристрою  $FY^{E/P}$  і записуємо дані у таблицю Д.4-5 та будуємо графік (рис. 3.26) статичної характеристики пристрою  $FY$  (поз. 4-5).

Таблиця № Д.4-5

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y кГ/см <sup>2</sup>	0,2	0.28	0.36	0.44	0.52	0.6	0.68	0.76	0.84	0.92	1,0

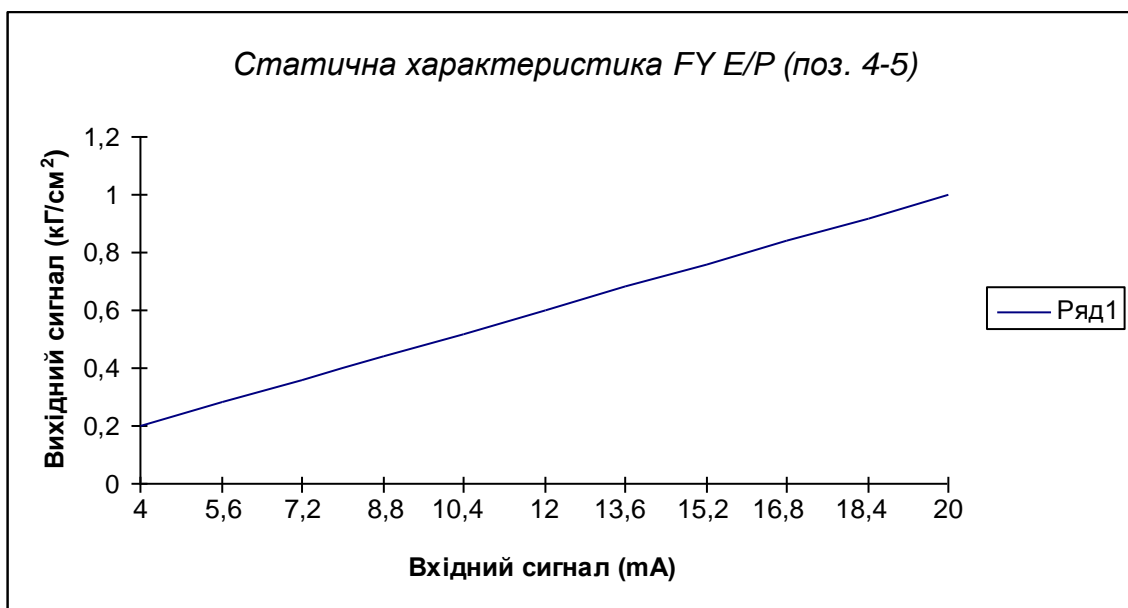


Рис. 3.26. Статична характеристика сигналів перетворювача електричного струмового сигналу у тиск повітря.

### **Визначення статичної характеристики регулювального клапану (поз. 4-6)**

На функціональній схемі контурів регулювання (рис. 3-1) на позиції (поз. 4-6) передбачено використання пневматичного регулювального клапану на якій

подається тиск повітря. Тиск є вхідним сигналом і впливає на відсоток закриття або відкриття клапаном трубопроводу аміаку  $\text{NH}_3$  на вході хімічного реактора-нейтралізатора.

**Паспорт регулювального клапану (поз. 4-6)      Таблиця № П.4-6.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 4-6			
Назва контролюваного параметру	Витрата аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	1,4 М <sup>3</sup> /год	3,3 М <sup>3</sup> /год		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	0,2... 1,0 кГ/см <sup>2</sup>	0.. 30 мм		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.27	Табл. Д.4-6		
	Функція			
	Y= -7,5 +37,5 *X			
Місце встановлення ТЗА	На трубопроводі аміаку NH <sub>3</sub> реактора-нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		
	Тиск повітря	1,4 кГ/см <sup>2</sup>		

**Регулювальний клапан SAMSON**

**Постачальник:** Самсон.02660, Київ, вул.. М. Расковой 19, оф.905

[www.samson@samsoneng.kiev.ua](mailto:www.samson@samsoneng.kiev.ua)

У регулювального клапану (поз. 4-6) вхідний сигнал – тиск повітря впливає на зміщення штоку з клапаном, тобто на зміщення у декілька міліметрів, тому існує статична характеристика, яка повинна відповідати виду лінійної залежності. Для

статичної характеристики регулювального клапану (поз. 4-6) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.151)$$

де  $Y$  – значення лінійного зміщення штоку з клапаном (поз. 4-6);

$X$  – значення вхідного сигналу (тиск повітря) до регулювального клапану (поз. 4-6).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.151) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.152)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.153)$$

Відповідно по даних з таблиці П.4-6 паспорту регулювального клапану рівняння (3.152) та (3.153) можна записати таким чином

$$0 = A + B \cdot 0,2 \quad (3.154)$$

$$30 = A + B \cdot 1,0 \quad (3.155)$$

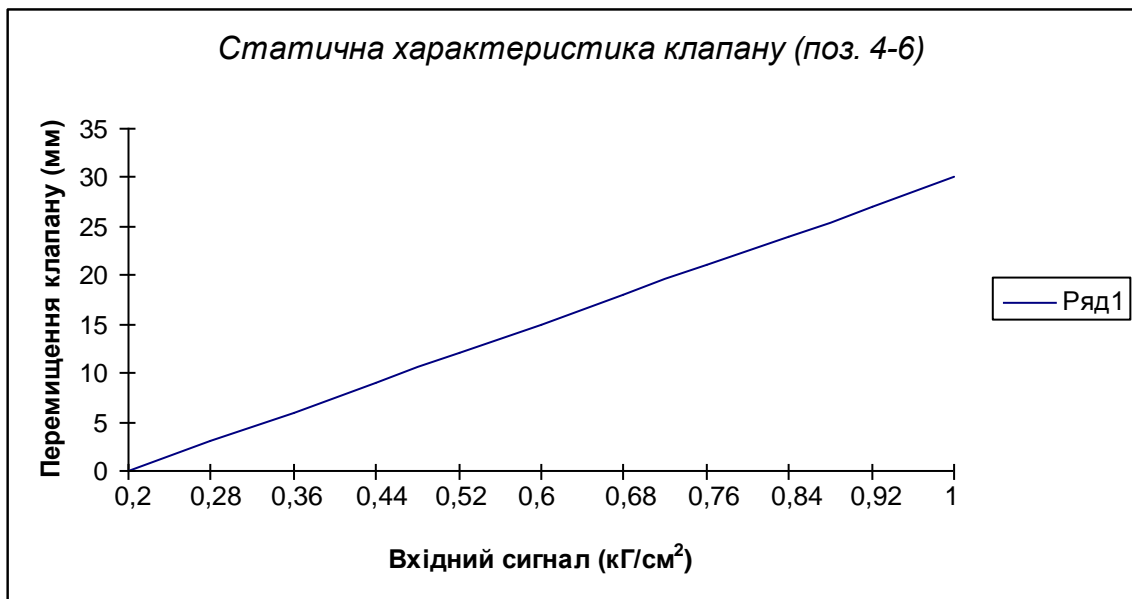


Рис. 3.27. Статична характеристика сигналів регулювального клапану.

Для розрахунку статичної характеристики для сигналів регулювального клапану (поз. 4-6) згідно рівняння (3.154) та (3.155) отримуємо залежність (3.151) у такому вигляді

$$Y = - 7,5 + 37,5 \cdot X \quad (3.156)$$



Відповідно по залежності (3.156) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики регулювального клапану (поз. 4-6) і записуємо дані у таблицю Д.4-6 та будуємо графік (рис. 3.27).

Таблиця № Д.4-6

X кГ/см <sup>2</sup>	0,2	0,28	0,36	0,44	0,52	0,6	0,68	0,76	0,84	0,92	1,0
Y мм	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30

**Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 4-7)**

У конструкціях регулювальних клапанів використовується пристрій для контролю за переміщеннями клапану, як при збільшенні відкриття прохідного отвору на трубопроводі так і при зменшенні відсотків відкриття прохідного отвору. Такий пристрій GE (поз. 4-7) розташовується на корпусі регулювального клапану і має з'єднання зі штоком, який зміщується за рахунок мембрани при змінах значення вхідного тиску повітря.

Пристрій GE (поз. 4-7) виробляє стандартний струмовий сигнал (4...20 mA), який змінюється при зміщенні штоку разом з клапаном (поз. 4-6). Пристрій GE по конструкції і принципу дії є вимірювачем і тому має назву – датчик положення регулювального клапану, у якого вихідний сигнал подається до блоку ручного управління (поз. 4-4), де на дисплею БРУ постійно показується значення відсотків з відкриття клапану на трубопроводі.

У датчика положення регулювального клапану GE (поз. 4-7) вхідним сигналом є лінійне зміщення штоку з клапаном (поз. 4-6), тобто переміщення на декілька міліметрів впливає на змінювання вихідного струму датчика (поз. 4-7) і тому існує статична характеристика датчика, яка повинна відповідати виду лінійної залежності. Для статичної характеристики датчика положення клапану GE (поз. 4-7) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.157)$$

де Y – значення вихідного струмового сигналу з датчика GE (поз. 4-7);

X - значення лінійного зміщення штоку разом з клапаном (поз. 4-6).

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.157) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.158)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.159)$$

Відповідно по даних з таблиці П.4-7 паспорту датчика положення клапану рівняння (3.158) та (3.159) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 0 \quad (3.160)$$

$$20 = A + B \cdot 30 \quad (3.161)$$

### Паспорт вимірювача GE(поз. 4-7)

Таблиця № П.4-7.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 4-7		
Назва контрольованого параметру	% переміщення регулювального клапану		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	0 %	100 %	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	0 ... 30 мм	4.. 20 mA	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 3.28	Табл. Д.4-7	
	Функція		
	$Y = 4,0 + 0,533 \cdot X$		
Місце встановлення ТЗА	На корпусі регулювального клапану		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

Датчик положення клапану  
SAMSON

Постачальник: Самсон.02660, Київ,  
вул.. М. Расковой 19, оф.905

www.samson@samsoneng.kiev.ua

**Датчик положення клапану  
SAMSON**

**Постачальник:** Самсон.02660, Київ,  
вул.. М. Расковой 19, оф.905

[www.samson@samsoneng.kiev.ua](mailto:www.samson@samsoneng.kiev.ua)

Для розрахунку статичної характеристики сигналів датчика положення клапану (поз. 4-7) згідно рівняння (3.160) та (3.161) отримуємо наступну залежність (3.157) у такому вигляді

$$Y = 4,0 + 0,533 \cdot X \quad (3.162)$$

Відповідно по залежності (3.162) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики датчика положення регулювального клапану (поз. 4-7) і записуємо ці дані у таблицю Д.4-7 та також будуємо для датчика положення клапану графік статичної характеристики (рис. 3.28).

Таблиця № Д.4-7

X мм	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Y mA	0	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

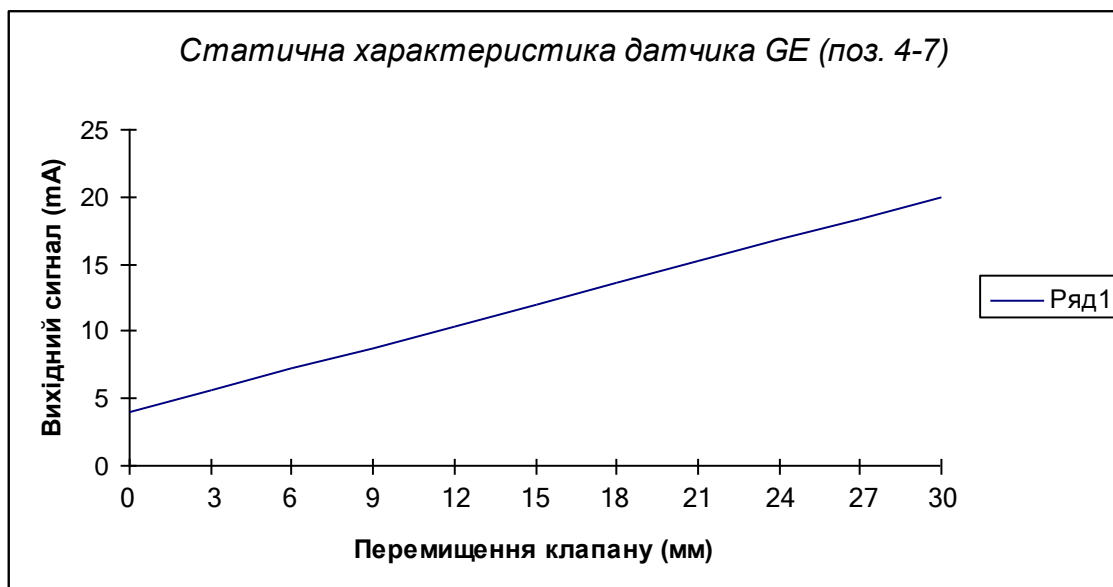


Рис. 3.28. Статична характеристика сигналів датчика положення клапану.

### **3.1.4 Приклад паспортизації технічних засобів і розрахунки статичних характеристик сигналів у контуру контролю значень рН пульпи на виході з реактора-нейтралізатора**

У регулятора співвідношення витрат (поз. 4-3) на вхід подаються такі сигнали:

- перший вхідний сигнал визначає витрату потоку аміаку  $\text{NH}_3$ , яку регулятор постійно регулює (підтримує) згідно потрібного співвідношення витрат у залежності від зміни значень витрати фосфорної пульпи;

- другий вхідний сигнал регулятора вказує зміни значень вимірюваної витрати потоку фосфорної пульпи, згідно яких регулятор (поз. 4-3) змінює свій вихідний сигнал, тобто регулює витрату потоку аміаку  $\text{NH}_3$ ;

- третій вхідний сигнал відображає значення рН, як показник якості процесу отримання нейтралізованої пульпи (поз. 5-3), і по цьому сигналу автоматично регулятор (поз. 4-3) корегує завдання, тобто коефіцієнт співвідношення витрати потоку аміаку  $\text{NH}_3$  згідно до вимірюваного значення витрати потоку фосфорної пульпи. З цієї причини потрібно далі виконати паспортизацію технічних засобів у контуру контролю рН і розрахунки статичних характеристик сигналів вимірювача (поз. 5-1).

#### **Визначення статичної характеристики вимірювача (поз. 5-1)**

Для розрахунку статичної характеристики вимірювача значення рН нейтралізованої пульпи на виході хімічного реактора-нейтралізатора використовуємо данні з таблиці П.5-1 паспорту ТЗА. У ланцюгах сигналів між пристроями контуру контролю рН статична характеристика повинна відповідати виду лінійної залежності

$$Y = A + B \cdot X \quad , \quad (3.163)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу з вимірювача  $Q_{E^{\text{pH}}}$  (поз. 5-1);

$X$  – значення рН нейтралізованої пульпи у трубопроводі на виході з хімічного реактора-нейтралізатора.

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.163) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.164)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.165)$$

Відповідно по даних з таблиці П.5-1 паспорту вимірювача рН рівняння (3.164) та (3.165) можна записати таким чином:

$$0,36 = A + B \cdot 5,3 \quad (3.166)$$

$$5 = A + B \cdot 6,2 \quad (3.167)$$

### Паспорт вимірювача QE<sup>pH</sup> (поз. 5-1)

Таблиця № П.5-1.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника			
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 5-1		 <p><b>Датчик ПП110-13 вимірювання значення рН розчину</b></p>			
Назва контрольованого параметру	Значення рН нейтралізованої пульпи					
Значення технологічного параметру	MIN	MAX				
	5,3 рН	6,2 рН				
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід				
	5,3... 6,2 рН	0,36 ... 5 kOm				
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних			<b>Виробник і постачальник:</b>  ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ вул. Автолитмашівська, 5 Україна, 76495 WWW.MICROL.UA	
	Рис. 3.29	Табл. Д.5-1				
	Функція					
	Y = -26,964 +5,155*X					
Місце встановлення ТЗА	На трубопроводі нейтралізованої пульпи					
Живлення ТЗА	Струм	Змінний				
	Напруга	220 V				

Для розрахунку статичної характеристики вимірювача QE (поз. 5-1) згідно рівняння (3.166) та (3.167) отримуємо наступну залежність (3.163) у такому вигляді

$$Y = -26,964 + 5,155 \cdot X \quad (3.168)$$

Відповідно по залежності (3.168) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики вимірювача рН нейтралізованої пульпи і записуємо у таблицю даних Д.5-1.

По даних з таблиці Д.5-1 будуюмо графік (рис. 3.29) статичної характеристики вимірювача рН, яка показує залежність значень вихідного сигналу вимірювача  $QE^{pH}$  (поз. 5-1) від значень вимірюваних рН нейтралізованої пульпи на виході хімічного реактора-нейтралізатора.

Таблиця № Д.5-1

X рН	5,3	5,39	5,48	5,57	5,66	5,75	5,84	5,93	6,02	6,11	6,2
Y kOm	0,36	0,824	1,288	1,752	2,216	2,68	3,144	3,608	4,072	4,536	5

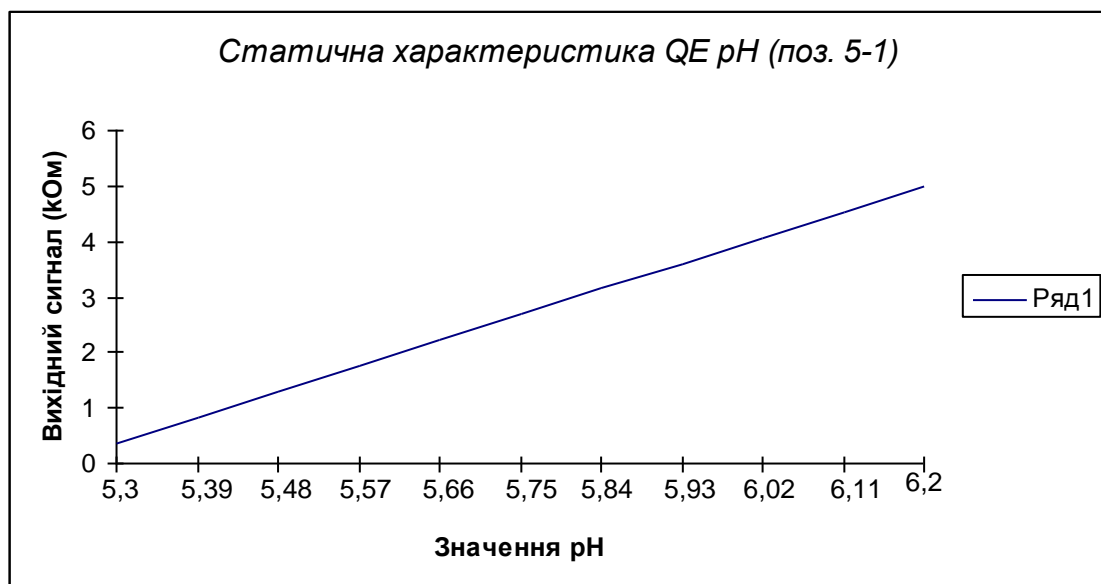


Рис. 3.29. Статична характеристика сигналів вимірювача рН.

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 5-2)**

Для розрахунку статичної характеристики сигналів пристрою QT<sup>pH</sup> (поз. 5-2) у контурі контролю рН використовуємо данні з таблиці П.5-2 паспорту ТЗА. У ланцюгах контуру контролю між пристроями статична характеристика для сигналів повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики пристрою QT<sup>pH</sup> (поз. 5-2) обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B * X, \quad (3.169)$$

де Y – вихідний сигнал з пристрою QT<sup>pH</sup> (поз. 5-2);

X – значення сигналу на вході у пристрій QT<sup>pH</sup> (поз. 5-2) від вимірювача QE<sup>pH</sup> (поз. 5-1).

Для розрахунку значень коефіцієнтів A та B у залежності (3.169) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можемо записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B * X_0 \quad (3.170)$$

$$Y_K = A + B * X_K \quad (3.171)$$

Відповідно по даних з таблиці П.5-2 паспорту пристрою QT<sup>pH</sup> (поз. 5-2) рівняння (3.170) та (3.171) можна записати таким чином:

$$4 = A + B * 0,36 \quad (3.172)$$

$$20 = A + B * 5 \quad (3.173)$$

Для розрахунку значень статичної характеристики сигналів пристрою QT<sup>pH</sup> (поз. 5-2) згідно рівняння (3.172) та (3.131) отримуємо наступну залежність (3.169) у такому вигляді

$$Y = 2,758 + 3,448 * X \quad (3.174)$$

Відповідно по залежності (3.174) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики пристрою QT<sup>pH</sup> (поз. 5-2) і записуємо значення даних у таблицю Д.5-2. По даним таблиці Д.5-2 будуємо графік (рис. 3.30) статичної характеристики приладу QT<sup>pH</sup> (поз. 5-2). Прилад QT<sup>pH</sup> (поз. 5-2) передає сигнал від вимірювача QE<sup>pH</sup> (поз. 5-1) на пульт керування процесом до приладу QIR<sup>pH</sup> (поз. 5-3), якій показує значення рН, записує та передає до керуючого комп'ютера по інтерфейсу RS 485.

Паспорт пристрою QT<sup>pH</sup> (поз. 5-2)

Таблиця № П.5-2.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 5-2			
Назва контрольованого параметру	Значення рН нейтралізованої пульпи			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	5,3 рН	6,2 рН		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	0,36 ... 5 kOm	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.30	Табл. Д.5-2		
	Функція			
	Y= 2,758 + 3,448*X			
Місце встановлення ТЗА	По місцю біля трубопроводу нейтралізованої		<b>Виробник і постачальник:</b>  ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ вул. Автолитмашівська, 5 Україна, 76495 WWW.MICROL.UA	
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

Блок ПП110-2 з нормалізації сигналу від датчика рН

Таблиця № Д.5-2

X kOm	0,36	0,824	1,288	1,752	2,216	2,68	3,144	3,608	4,072	4,536	5
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20



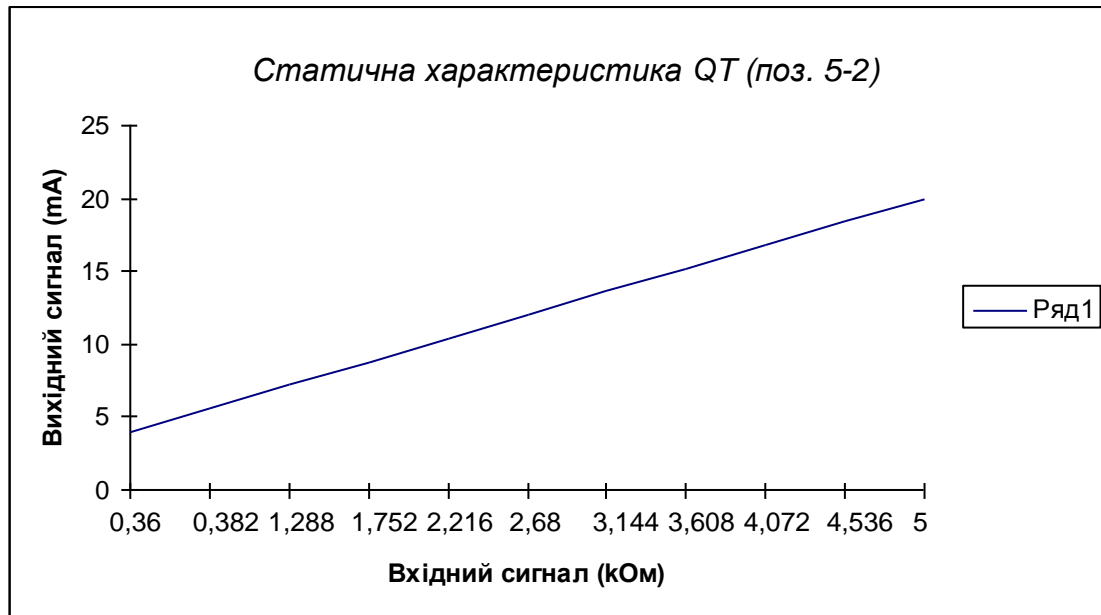


Рис. 3.30. Статична характеристика сигналів пристрою з контуру контролю рН .

### **Визначення статичних характеристик приладу (поз. 5-3)**

Для розрахунку статичної характеристики сигналів приладу  $QIR^{pH}$  (поз. 5-3) з контуру вимірювання рН використовуємо данні таблиці П.5-3 паспорту ТЗА. У ланцюгах сигналів між приладами у контуру вимірювання рН статична характеристика сигналів повинна відповідати також виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики сигналів приладу  $QIR^{pH}$  (поз. 5-3) обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X , \quad (3.175)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу з приладу (поз. 5-3);

$X$  – значення вхідного сигналу до приладу  $QIR^{pH}$  (поз. 5-3).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.175) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.176)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.177)$$

Відповідно по даних з таблиці П.5-3 паспорту приладу  $QIR^{pH}$  (поз. 5-3) рівняння (3.176) та (3.177) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 4 \quad (3.178)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (3.179)$$

Для розрахунку значень статичної характеристики сигналів приладу QIR<sup>pH</sup> (поз. 5-3) згідно рівняння (3.178) та (3.179) отримуємо наступну залежність (3.175) у такому вигляді

$$Y = 0 + 1 \cdot X \quad (3.180)$$

### Паспорт приладу QIR<sup>pH</sup> (поз. 5-3)

Таблиця № П.5-3.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 5-3			
Назва контролюваного параметру	Значення рН нейтралізованої пульпи			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	5,3 рН	6,2 рН		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.31	Табл. Д.5-3		
	Функція			
	$Y = 0 + 1,0 \cdot X$			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

Відповідно по залежності (3.180) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики приладу QIR<sup>pH</sup> (поз. 5-3) і записуємо значення даних у таблицю Д.5-3 та будуємо відповідний графік характеристики сигналів (рис. 3.1).

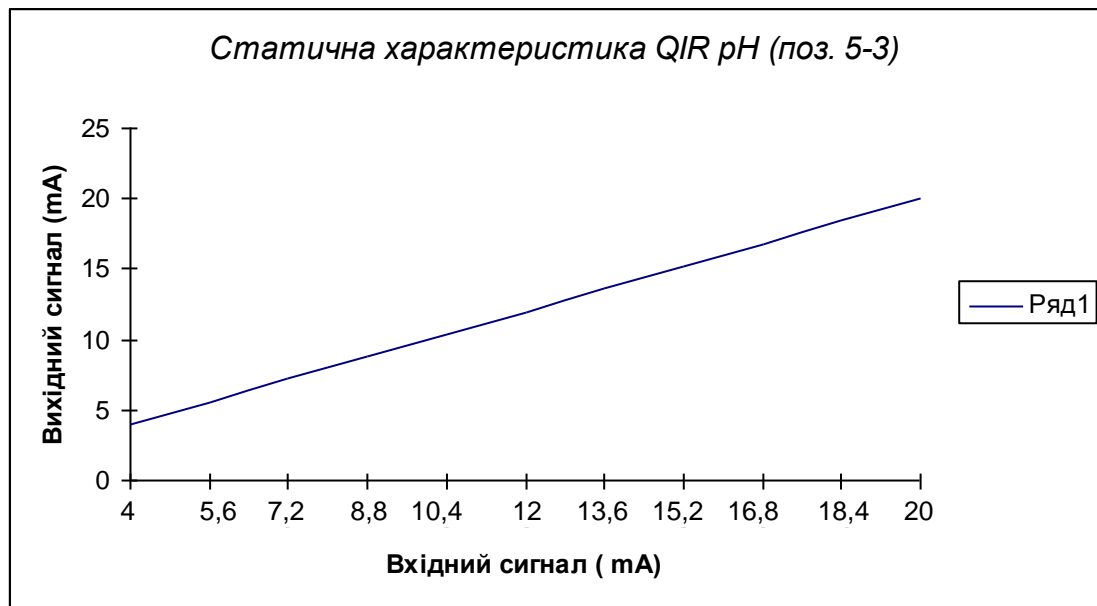


Рис. 3.31. Статична характеристика сигналів приладу з контуру вимірювання pH.

Таблиця № Д.5-3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Прилад QIR<sup>pH</sup> (поз. 5-3) має дисплей і згідно значень вхідного сигналу для приладу на дисплею відображаються відповідні значення pH нейтралізованої пульпи на виході хімічного реактора-нейтралізатора. З цієї причини необхідно розрахувати другу статичну характеристику для дисплея по залежності відображення значень pH згідно струмового сигналу на вході у прилад (поз. 5-3) .

Статична характеристика залежності відображення значень pH на дисплею приладу QIR<sup>pH</sup> (поз. 5-3) згідно вхідного сигналу також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики дисплея обираємо лінійну залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.181)$$

де Y – значення pH нейтралізованої пульпи на дисплею приладу (поз. 5-3);  
X – значення струмового сигналу на вході у прилад QIR<sup>pH</sup> (поз. 5-3).

# Паспорт дисплея приладу QIR<sup>pH</sup> (поз. 5-3)

Таблиця № ПД.5-3.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 5-3			
Назва контролюваного параметру	Значення рН нейтралізованої пульпи			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	5,3 рН	6,2 рН		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4... 20 mA	5,3...6,2 рН		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.32	Табл. ДД. 5-3		
	Функція			
	Y= 5,075 + 0,056*X			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

**Мікропроцесорний прилад ПП110 для контролю значення рН**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.181) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B * X_0 \quad (3.182)$$

$$Y_K = A + B * X_K \quad (3.183)$$

Відповідно по даних з таблиці ПД.5-3 паспорта дисплея рівняння (3.182) та (3.183) можна записати таким чином:

$$5,3 = A + B * 4 \quad (3.184)$$

$$6,2 = A + B * 20 \quad (3.185)$$

Для розрахунку статичної характеристики дисплея приладу QIR<sup>pH</sup> (поз. 5-3) згідно рівняння (3.184) та (3.185) отримуємо наступну залежність (3.181) у такому вигляді

$$Y = 5,075 + 0,056 * X \quad (3.186)$$

Відповідно по залежності (3.186) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики дисплея приладу QIR<sup>pH</sup> (поз. 5-3) і записуємо дані у таблицю ДД.5-3 та будуємо графік (рис. 3.323) статичної характеристики дисплея.

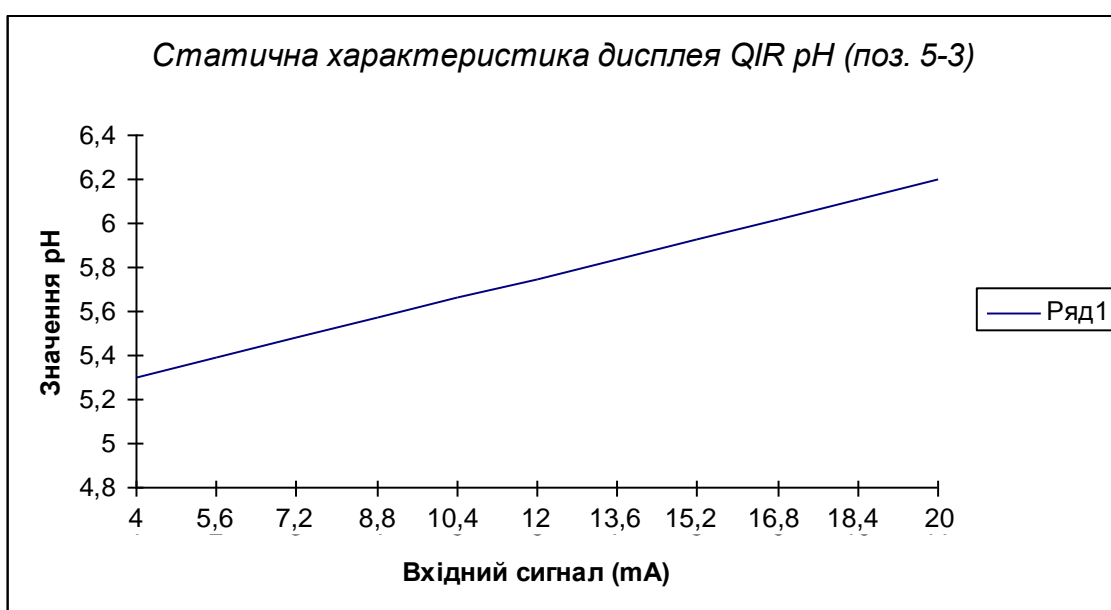


Рис. 3.32. Статична характеристика для шкали дисплея приладу з контуру вимірювання pH

Таблиця № ДД.5 -3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y pH	5,3	5,39	5,48	5,57	5,66	5,75	5,84	5,93	6,02	6,11	6,2

### 3.1.5 Приклад паспортизації технічних засобів і розрахунки статичних характеристик сигналів у контуру регулювання температури нейтралізованої пульпи на виході з реактора-нейтралізатора

Відповідна якість нейтралізованої пульпи на виході реактора-нейтралізатора визначається значенням pH, а також ще і значенням температури. Схема контурів

регулювання (рис. 3-1) показує, що на виході хімічного реактора-нейтралізатора значення температури нейтралізованої пульпи згідно технологічного регламенту забезпечується контуром регулювання температури, котрий має у своєму складі такі технічні засоби:

- вимірювач температури ТЕ (поз. 6-1);
- пристрій ТТ (поз. 6-2) передає стандартний сигнал від вимірювача температури ТЕ до пульту керування;
- автоматичний регулятор температури ТІС (поз. 6-3);
- блок ручного управління НСІ (поз. 6-4);
- перетворювач сигналу  $TU^{E/P}$  (поз. 6-5);
- регулювальний клапан (поз. 6-6);
- датчик положення GE (поз. 6-7) регулювального клапану.

### **Визначення статичної характеристики вимірювача температури (поз. 6-1)**

Для розрахунку статичної характеристики вимірювача температури нейтралізованої пульпи на виході з хімічного реактора-нейтралізатора використовуємо данні з таблиці П.6-1 паспорту ТЗА. У ланцюгах сигналів між вимірювачами і приладами з вимірювання температури нейтралізованої пульпи статична характеристика повинна відповідати також виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики вимірювача температури обираємо лінійну залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.187)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу з вимірювача температури (поз. 6-1);

$X$  – значення температури нейтралізованої пульпи вимірюваної датчиком ТЕ (поз. 6-1).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.187) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.188)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.189)$$

**Паспорт вимірювача температури ТЕ (поз. 6-1) Таблиця № П.6-1.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 6-1			
Назва контрольованого параметру	Температура нейтралізованої пульпи			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	523 °K 250 °C	573 °K 300 °C		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	—	18,643... 22,843 mV		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.33	Табл. Д.6-1		
	Функція			
	$Y = -25,289 + 0,084 * X$			
Місце встановлення ТЗА	На трубопроводі нейтралізованої пульпи		<p>Термопара типу ТП0198 ХК(L) ТП0198/1/ХК(L)/600/500/ /5м/1/-ИЗ/ТУ 4211-013-13282997-04, кабель КТМС, гільза захисту 12Х18Н10Т</p> <p><b>Виробник:</b> ООО НПП «ЭЛЕМЕР» <a href="http://www.elemer.ru">www.elemer.ru</a></p> <p><b>Постачальник:</b> ООО ЭЛЕМЕР-Украина Киев, а/я 69</p>	
Живлення ТЗА	Струм	—		
	Напруга	—		

Відповідно по даних з таблиці П.6-1 паспорту вимірювача температури рівняння (3.188) та (3.189) можна записати таким чином:

$$18,643 = A + B * 523 \quad (3.190)$$

$$22,843 = A + B * 573 \quad (3.191)$$

Для розрахунку статичної характеристики вимірювача ТЕ (поз. 6-1) по рівнянням (3.190) та (3.191) отримуємо наступну залежність (3.187) у такому вигляді

$$Y = -25,289 + 0,084 * X \quad (3.192)$$

Відповідно по залежності (3.192) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики вимірювача температури нейтралізованої пульпи та записуємо їх у таблицю даних Д.6-1. По даних з цієї таблиці будуємо графік статичної характеристики (рис. 3.32), якій показує залежність значень вихідного сигналу вимірювача ТЕ (поз. 6-1) від значень вимірюваної температури нейтралізованої пульпи на виході з хімічного реактора-нейтралізатора.

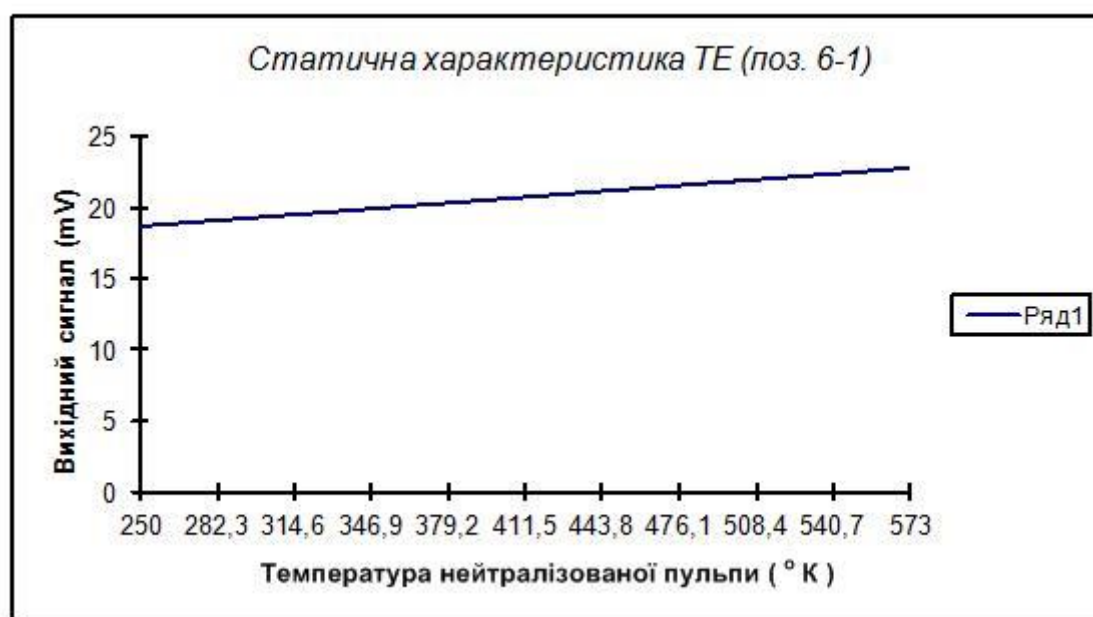


Рис. 3.32. Статична характеристика вимірювача температури нейтралізованої пульпи.

Таблиця № Д.6-1

X гр.,K°	523	528	533	538	543	548	553	558	563	568	573
Y mV	18,643	19,063	19,483	19,903	20,323	20,743	21,163	21,583	22,003	22,423	22,843

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 6-2)**

Для розрахунку статичних характеристик сигналів пристрою ТТ (поз. 6-2) у контурі регулювання температури нейтралізованої пульпи використовуємо данні з таблиці П.6-2 паспорту ТЗА. У ланцюгах сигналів між пристроями контуру регулювання температури статична характеристика для сигналів повинна відповідати виду лінійної залежності



$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.193)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу з пристрою (поз. 6-2);

$X$  – значення сигналу на вході у пристрій ТТ (поз. 6-2).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.193) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.194)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.195)$$

### Паспорт пристрою ТТ (поз. 6-2)

Таблиця № П.6-2.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 6-2			
Назва контрольованого параметру	Температура нейтралізованої пульпи			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	523 гр., °K	573 гр., °K		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	18,643... 22,843 mV	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.34	Табл. Д.6-2		
	Функція			
	Y= -67,021 + 3,81*X			
Місце встановлення ТЗА	По місцю біля трубопроводу нейтралізованої пульпи		Блок перетворення (нормування) сигналу термopари БПТ-21  Виробник і постачальник:  ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ вул. Автолитмашівська, 5 Україна, 76495 WWW.MICROL.UA	
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

Відповідно по даних з таблиці П.6-2 паспорту ТЗА рівняння (3.194) та (3.195) можна записати таким чином:

$$4 = A + B * 18,643 \quad (3.196)$$

$$20 = A + B * 22,843 \quad (3.197)$$

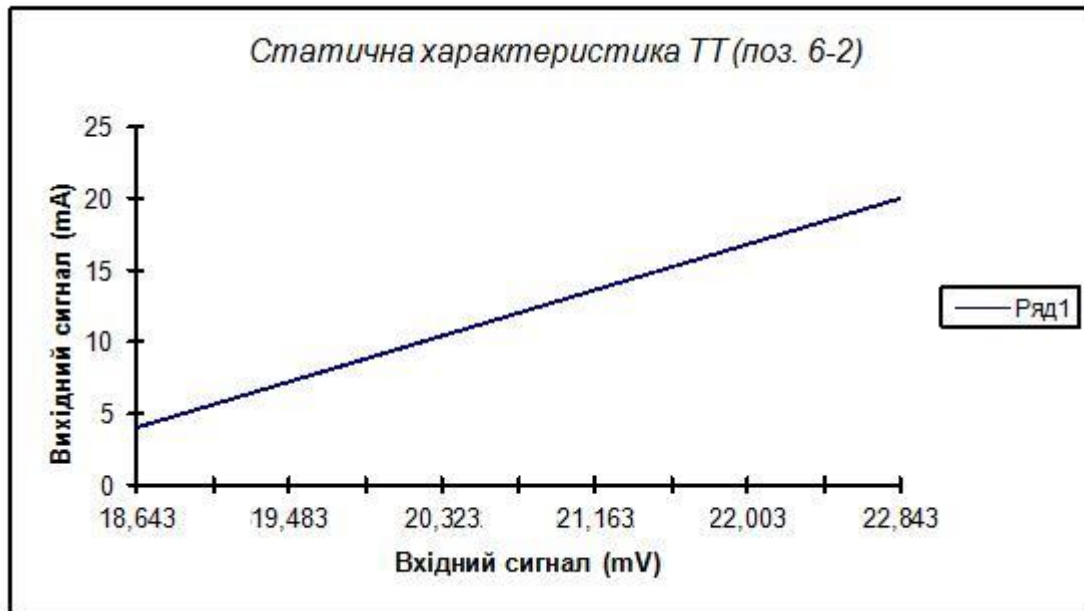


Рис. 3.34. Статична характеристика сигналів пристрою з контуру вимірювання температури нейтралізованої пульпи.

Таблиця № Д.6-2

X mV	18,643	19,063	19,483	19,903	20,323	20,743	21,163	21,583	22,003	22,423	22,843
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Для розрахунку значень статичної характеристики сигналів приладу ТТ (поз. 6-2) згідно рівняння (3.194) та (3.195) отримуємо наступну залежність для (3.193) у такому вигляді

$$Y = -67,021 + 3,81 * X \quad (3.198)$$

Відповідно по залежності (3.198) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики приладу ТТ (поз. 6-2) і записуємо значення даних у таблицю Д.6-2 та будуємо графік статичної характеристики (рис. 3.34) для пристрою, якій передає сигнал від вимірювача ТЕ (поз. 6-1) на пульт керування до регулятора ТІС (поз. 6-3).

### **Визначення статичних характеристик регулятора (поз. 6-3)**

Для розрахунку статичних характеристик сигналів регулятора температури нейтралізованої пульпи ТІС (поз. 6-3) у контуру регулювання температури на виході з хімічного реактора нейтралізатора використовуємо данні з таблиці П.6-3 паспорту ТЗА. У ланцюгах контуру регулювання між приладами статична характеристика для сигналів повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики сигналів ТІС (поз. 6-3) обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.199)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу з регулятора температури (поз. 6-3);

$X$  – значення вхідного сигналу до автоматичного регулятора ТІС.

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.199) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.200)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.201)$$

Відповідно по даних з таблиці П.6-3 паспорту регулятора температури рівняння (3.200) та (3.201) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 4 \quad (3.202)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (3.203)$$

Для розрахунку значень статичної характеристики сигналів регулятора ТІС (поз. 6-3) по рівнянню (3.202) та (3.203) отримуємо наступну залежність (3.199) у такому вигляді

$$Y = 0 + 1,0 \cdot X \quad (3.204)$$

Відповідно по залежності (3.204) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики регулятора ТІС (поз. 6-3) і записуємо дані у таблицю Д.6-3, а також будуємо графік статичної характеристики (рис. 3.35).

Таблиця № Д.6-3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

## Паспорт регулятора ТІС (поз. 6-3)

Таблиця № П.6-3.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 6-3			
Назва контролюваного параметру	Температура нейтралізованої пульпи			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	523 гр., °K	573 гр., °K		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.35	Табл. Д.6-3		
	Функція $Y = 0 + 1,0 \cdot X$			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		Виробник і постачальник:  ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ вул. Автолитмашівська, 5 Україна, 76495 WWW.MICROL.UA	
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

Регулятор ТІС (поз. 6-3) має дисплей і згідно значень сигналу на вході у регулятор відповідно на дисплею відображаються значення температури нейтралізованої пульпи у трубопроводі на виході з хімічного реактора-нейтралізатора. Тому необхідно розраховувати другу статичну характеристику для залежності з відображення значень температури нейтралізованої пульпи на дисплею від струмового сигналу на вході у автоматичний регулятор ТІС. Для виконання розрахунків використовуємо дані з таблиці ПД.6-3 паспорта дисплея регулятора температури.

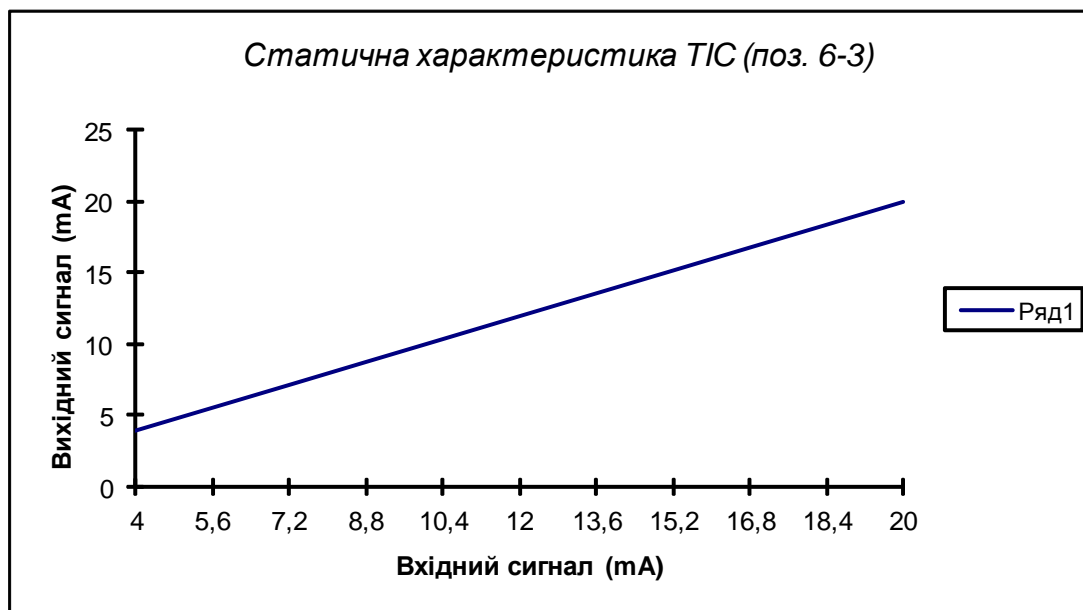


Рис. 3.35. Статична характеристика сигналів регулятора температури нейтралізованої пульпи.

Для дисплея регулятора температури статична характеристика залежності відображення значень температури нейтралізованої пульпи по сигналу від пристрою (поз. 6-2) також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики обираємо лінійну залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.205)$$

де  $Y$  – значення температури на дисплею регулятора (поз. 6-3);

$X$  – значення вхідного сигналу до автоматичного регулятора ТІС .

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.205) будемо використовувати чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.206)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.207)$$

Відповідно по даних з таблиці ПД.6-3 паспорту дисплея регулятора рівняння (3.206) та (3.207) можна записати таким чином

$$523 = A + B \cdot 4 \quad (3.208)$$

$$573 = A + B \cdot 20 \quad (3.209)$$

Для розрахунку статичної характеристики дисплея регулятора ТІС (поз. 6-3) по рівнянню (3.208) та (3.209) отримуємо наступну залежність для (3.205) у такому вигляді

$$Y = 510,5 + 3,125 \cdot X \quad (3.210)$$

Паспорт дисплея регулятора ТІС (поз. 6-3) Таблиця № ПД.6-3.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 6-3		
Назва контролюваного параметру	Температура нейтралізованої пульпи		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	523 гр., °K	573 гр., °K°	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	4 ... 20 mA	—	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 3.36	Табл. ДД.6-3	
	Функція		
	Y= 510,5 + 3,125*X		
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

**Мікропроцесорний регулятор МІК-21**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Таблиця № ДД.6 -3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y гр.,K°	523	528	533	538	543	548	553	558	563	568	463

Відповідно по залежності (3.210) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики дисплея регулятора ТІС і записуємо дані у таблицю ДД.6-3 і будуємо графік статичної характеристики для дисплея регулятора (рис. 3.36).

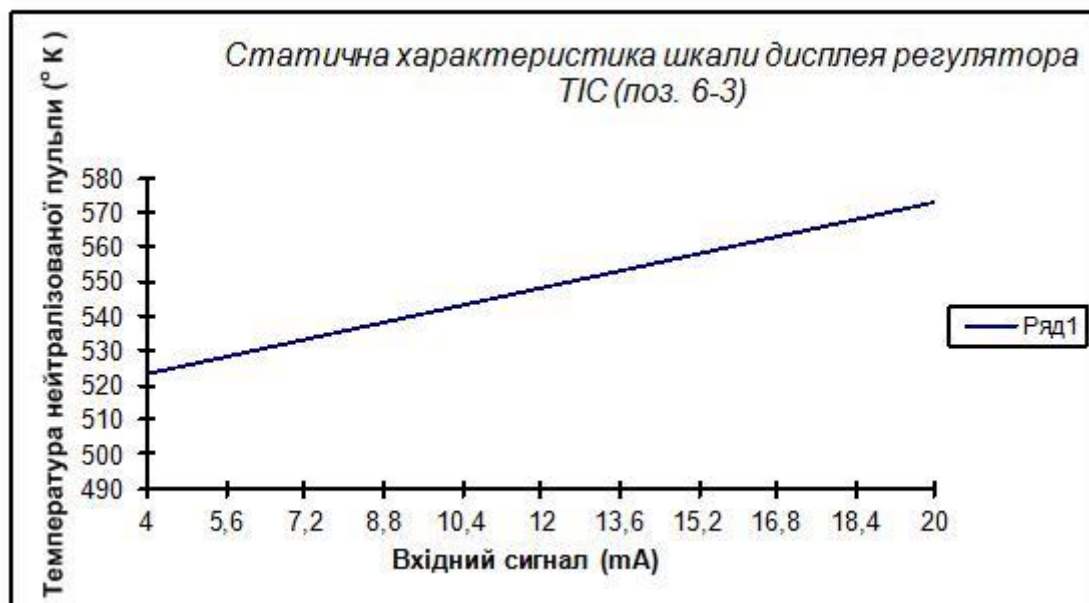


Рис. 3.36. Статична характеристика для шкали дисплея регулятора температури.

### **Визначення статичних характеристик пристрою (поз. 6-4)**

Пристрій (поз. 6-4) є блоком ручного управління, котрий використовується у робочому режимі роботи хімічного реактора-нейтралізатора відповідно до технологічного регламенту на процес нейтралізації. БРУ пропускає вихідний сигнал автоматичного регулятора (поз. 6-3) у напрямку до регулювального клапану. Блок ручного управління має два режиму роботи: один – «автоматичний» і другий – «ручний». В автоматичному режимі вихідний сигнал від автоматичного регулятора подається у напрямку до регулювального клапану, монтаж якого передбачено у трубопроводі з нагрівальним паром на вході у поверхневий теплообмінник хімічного реактора-нейтралізатора. Режим роботи БРУ – «ручний» використовується при запуску у роботу хімічного реактора-нейтралізатора та при зупинці процесу з відповідної причини, наприклад, аварія на виробництві або технологічна зупинка процесів на хімічному виробництві для чистки апаратів.

Блок ручного управління (поз. 6-4) має два ланцюга для проходження сигналів – один, це сигнал між автоматичним регулятором і обладнанням регулювального клапану, а другий ланцюг забезпечує передачу сигналу від датчика GE (6-7) до дисплея БРУ, на якому показується відсоток відкриття клапану на

трубопроводі нагрівальної пари. Положення регулювального клапану впливає на витрату нагрівального пару і відповідно від цього залежить температура нейтралізованої пульпи на виході з хімічного реактора-нейтралізатора. З цих причин для блоку ручного управління (поз. 6-4) потрібно розраховувати дві статичні характеристики.

Для розрахунку статичних характеристик сигналів БРУ (поз. 6-4) у контурі регулювання температури нейтралізованої пульпи використовуємо данні з таблиці П.6-4 паспорту ТЗА. У ланцюгах сигналів між приладами і пристроями у контуру регулювання температури статична характеристика сигналів повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики блоку ручного управління (поз.6-4) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.211)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу з БРУ (поз. 6-4);

$X$  – значення вхідного сигналу до НСІ (поз. 6-4).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.211) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.212)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.213)$$

Відповідно по даних з таблиці П.6-4 паспорту БРУ рівняння (3.212) та (3.213) можна записати таким чином

$$4 = A + B \cdot 4 \quad (3.214)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (3.215)$$

Для розрахунку статичної характеристики для сигналів приладу НСІ (поз. 6-4) згідно рівняння (3.214) та (3.215) отримуємо наступну залежність для (3.211) у такому вигляді

$$Y = 0 + 1,0 \cdot X \quad (3.216)$$

Відповідно по залежності (3.216) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики блоку НСІ і записуємо дані у таблицю Д.6-4 та будуємо для статичної характеристики графік (рис. 3.37).



**Паспорт блоку ручного управління НСІ (поз. 6-4) Таблиця № П.6-4.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 6-4			
Назва контролюваного параметру	Температура нейтралізованої пульпи			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	523 гр., °K	573 гр., °K		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	4 ... 20 mA	4 ... 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.37	Табл. Д.6-4		
	Функція			
	$Y = 0 + 1,0 * X$			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		Блок ручного управління БРУ-10  Виробник і постачальник:  ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ вул. Автолитмашівська, 5 Україна, 76495 WWW.MICROL.UA	
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

Таблиця № Д.6-4

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

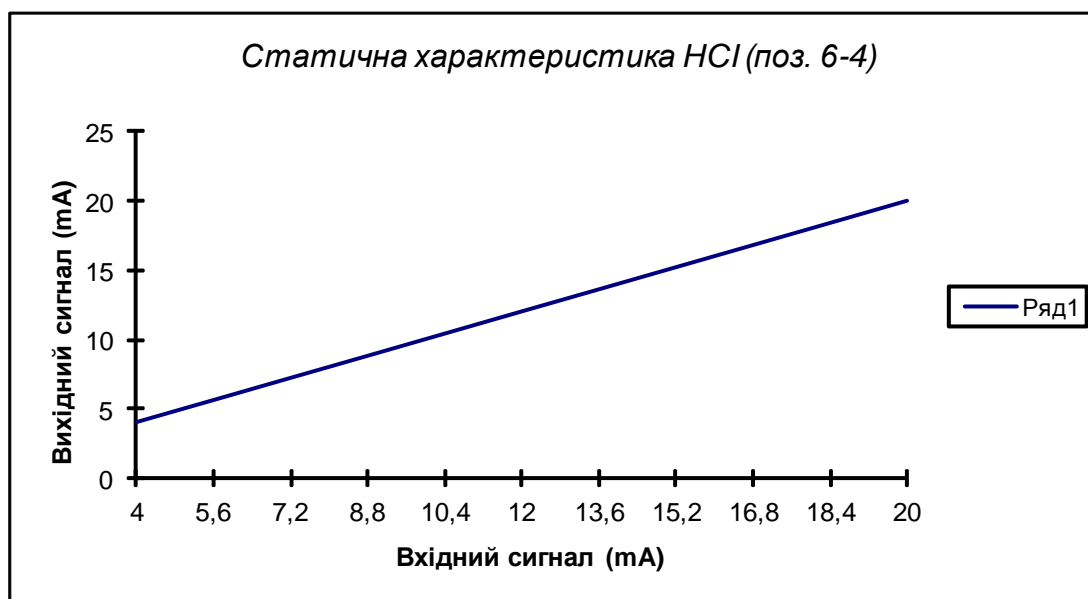


Рис. 3.37. Статична характеристика сигналів блоку ручного управління у контуру регулювання температури нейтралізованої пульпи.

Блок ручного управління НСІ (поз. 6-4) має дисплей і згідно значень вхідного сигналу до БРУ на дисплею відображаються значення відсотків з відкриття клапану (поз. 6-6) на трубопроводі потоку нагрівальної пари у поверхневий теплообмінник хімічного реактора-нейтралізатора.

Згідно функціональної схеми контуру регулювання температури (рис. 3-1) на дисплей БРУ подається сигнал від датчика положення клапану GE (поз. 6-7) і тому необхідно розраховувати другу статичну характеристику для залежності відображення значень відсотків відкриття клапану, тобто отвору у трубопроводі з нагрівальною парою. Для виконання розрахунків використовуємо дані з таблиці ПД.6-4 паспорту дисплея блоку ручного управління.

Статична характеристика залежності значень % на дисплею БРУ від вхідного сигналу датчика положення клапану також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики дисплея обираємо залежність у вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.217)$$

де  $Y$  – відображення на дисплею значень відсотків з відкриття клапаном (поз. 6-6) отвору у трубопроводі з нагрівальною парою;  
 $X$  – значення струмового сигналу на вході до НСІ від GE (поз. 6-7) датчика положення клапану.

**Паспорт дисплея БРУ НСІ (поз. 6-4)      Таблиця № ПД.6-4.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 6-4		
Назва контролюваного параметру	Відсоток відкриття клапану на трубопроводі пари		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	433 гр., °K	463 гр., °K	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	4 ... 20 mA	0 ... 100 %	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 3.38	Табл. ДД.6-4	
	Функція		
	$Y = - 25,0 + 6,25 * X$		
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

**Блок ручного управління БРУ-10**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
[WWW.MICROL.UA](http://WWW.MICROL.UA)

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (3.217) також використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B * X_0 \quad (3.218)$$

$$Y_K = A + B * X_K \quad (3.219)$$

Відповідно по даних з таблиці ПД.6-4 паспорта дисплея БРУ рівняння (3.218) та (3.219) можна записати таким чином

$$0 = A + B * 4 \quad (3.220)$$

$$100 = A + B * 20 \quad (3.221)$$

Для розрахунку статичної характеристики дисплея приладу НСІ (поз. 6-4) згідно рівняння (3.220) та (3.221) отримуємо наступну залежність (3.217) у такому вигляді

$$Y = - 25 + 6,25 * X \quad (3.222)$$

Відповідно по залежності (3.222) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики дисплея блоку НСІ і записуємо у таблицю ДД.6-4, а також будуємо графік статичної характеристики дисплея (рис. 3.38).

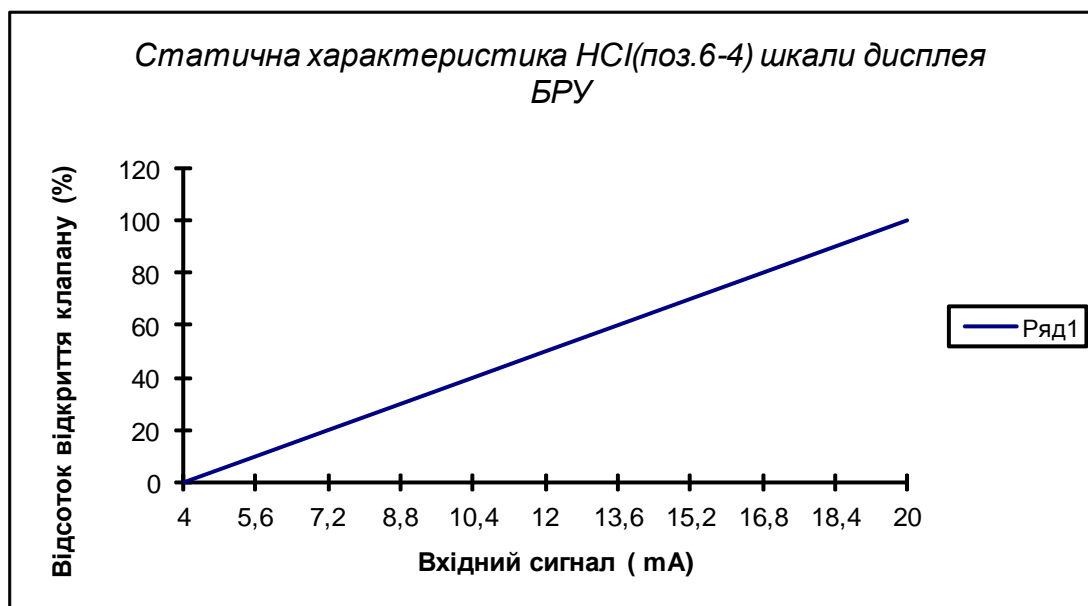


Рис. 3.38. Статична характеристика дисплея блоку ручного управління у контурі регулювання температури нейтралізованої пульпи.

Таблиця № ДД.6-4

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 6-5)**

У контурі регулювання температури нейтралізованої пульпи для графічного умовного позначення пристрою (поз. 6-5) вказана функція призначення  $TU^{E/P}$ , що означає – пристрій є електропневматичним перетворювачем сигналів, тобто по значенню вхідного електричного сигналу (струму) утворюється відповідний вихідний пневматичний сигнал (тиск повітря).

# Паспорт перетворювача ТУ<sup>ЕР</sup> (поз. 6-5)

Таблиця № П.6-5.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 6-5		
Назва контролюваного параметру	Температура суміші на виході з реактора-нейтралізатора		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	523 гр., ° К	573 гр., ° К	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	4 ... 20 mA	0,2 ... 1,0 кг/см <sup>2</sup>	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 3.40	Табл. Д.6-5	
	Функція		
	Y= 0 + 0,05 *X		
Місце встановлення ТЗА	На корпусі регулювального клапану		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

Електропневматичний позиціонер ЕПП-300
Виробник: ЗАО «РУСТ-95»
<a href="http://www.roost.ru">www.roost.ru</a>
Постачальник: ООО КСК-АВТОМАТИЗАЦИЯ
0266), Київ, вул.. М. Расковой 4-б

Пневматичний сигнал (тиск повітря) використовується для роботи регулювального клапану (поз. 6-6), щоби у динаміці процесу регулювання температури була мінімальною постійна часу керуючого впливу. Пристрій ТУ<sup>ЕР</sup> закріплюється на корпусі регулювального клапану (поз. 6-6) і є частиною конструкції, яку наведено у таблиці П.6-5 паспорта ТЗА.

У ланцюгах сигналів між вхідним струмом та вихідним тиском повітря статична характеристика перетворювача ТУ<sup>ЕР</sup> повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики перетворювача (поз. 6-5) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B * X \quad , \quad (3.223)$$

де  $Y$  – значення тиску повітря на виході з перетворювача (поз. 6-5);  
 $X$  – значення вхідного струмового сигналу до перетворювача  $TU^{E/P}$ .

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.223) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.224)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.225)$$

Відповідно по даних з таблиці П.6-5 паспорту перетворювача сигналів рівняння (3.224) та (3.225) можна записати таким чином:

$$0,2 = A + B \cdot 4 \quad (3.226)$$

$$1,0 = A + B \cdot 20 \quad (3.227)$$

Для розрахунку статичної характеристики сигналів пристрою  $TU$  (Е/Р) (поз. 6-5) згідно рівняння (3.226) та (3.227) отримуємо наступну залежність (3.223) у такому вигляді

$$Y = 0 + 0,05 \cdot X \quad (3.228)$$

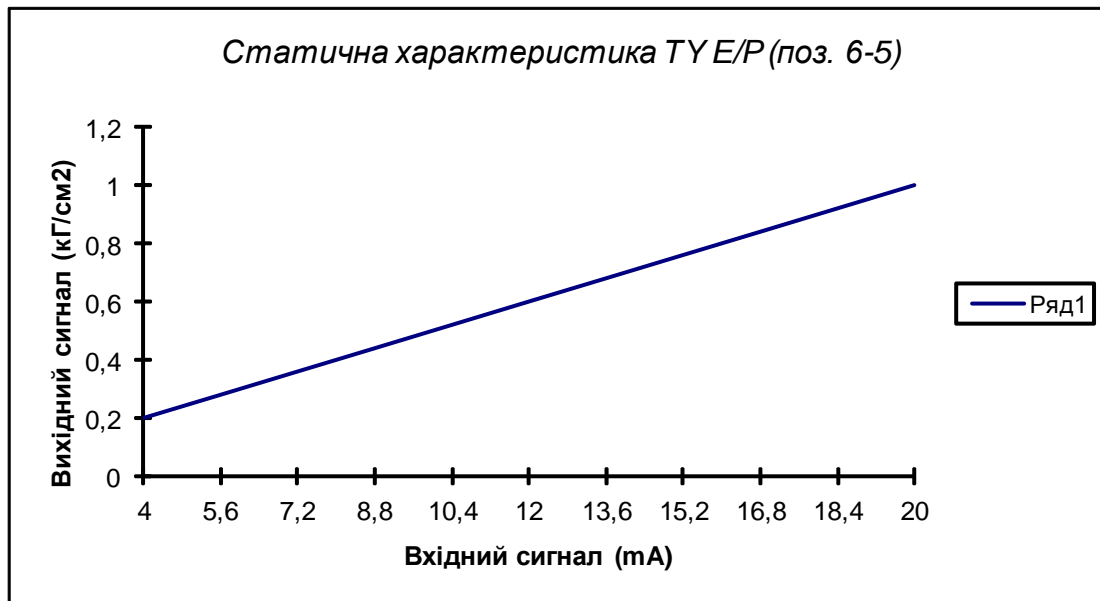


Рис. 3.39. Статична характеристика сигналів перетворювача  $TU^{E/P}$  у контуру регулювання температури нейтралізованої пульпи.

Таблиця № Д.6-5

$X$ мА	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
$Y$ кГ/см²	0,2	0,28	0,36	0,44	0,52	0,6	0,68	0,76	0,84	0,92	1,0

Відповідно по залежності (3.228) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики пристрою  $TU^{EP}$  і записуємо дані у таблицю Д.6-5, а також будуємо графік статичної характеристики пристрою  $TU^{EP}$  (рис. 3.39) .

**Визначення статичної характеристики**  
**регулювального клапану (поз. 6-6)**

На функціональній схемі контурів регулювання (рис. 3-1) на позиції (поз. 6-6) передбачено використання пневматичного регулювального клапану для котрого подається тиск повітря, якій є вхідним сигналом і впливає на відсоток закриття або відкриття клапаном трубопроводу, що у результаті буде змінювати витрату нагрівальної пари у поверхневий теплообмінник хімічного реактора-нейтралізатора. У регулювального клапану (поз. 6-6) вхідний сигнал (тиск повітря) впливає на зміщення мембрани клапану, тобто виникає зміщення штоку з клапаном на декілька міліметрів і тому існує статична характеристика, яка повинна відповідати виду лінійної залежності. Для статичної характеристики регулювального клапану (поз. 6-6) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B * X , \quad (3.229)$$

де  $Y$  – значення зміщення клапану у трубопроводі пари (поз. 6-6);

$X$  – значення вхідного сигналу (тиск повітря) для мембрани регулювального клапану (поз. 6-6).

Для виконання розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.229) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B * X_0 \quad (3.230)$$

$$Y_K = A + B * X_K \quad (3.231)$$

Відповідно по даних з таблиці П.6-6 паспорту ТЗА рівняння (3.230) та (3.231) можна записати таким чином:


$$0 = A + B * 0,2 \quad (3.232)$$

$$30 = A + B * 1,0 \quad (3.233)$$



**Паспорт регулювального клапану (поз. 6-6)      Таблиця № П.6-6.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 6-6			
Назва контролюваного параметру	Температура нейтралізованої пульпи на виході з реактора-нейтралізатора			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	523 гр.,К°	573 гр.,К°		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	0,2... 1,0 кГ/см <sup>2</sup>	0.. 30 мм		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.40	Табл. Д.6 -6		
	Функція			
	Y= -7,5 +37,5 *X			
Місце встановлення ТЗА	На трубопроводі нагрівальної пари			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		
	Тиск повітря	1,4 кГ/см <sup>2</sup>		



Регулювальний клапан РУСТ-410

Виробник: ООО «СОФТЕК»  
[www.softek.com.ua](http://www.softek.com.ua)

Постачальник: ООО КСК-АВТОМАТИЗАЦІЯ  
0266), Київ, вул.. М. Расковой 4-б

Для розрахунку статичної характеристики сигналів регулювального клапану (поз. 6-6) згідно рівняння (3.232) та (3.233) отримуємо наступну залежність (3.229) у такому вигляді

$$Y = - 7,5 + 37,5 * X \quad . \quad (3.234)$$

Відповідно по залежності (3.234) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики регулювального клапану і записуємо дані у таблицю



Д.6-6 та будуюмо графік (рис. 3.40) статичної характеристики пневматичного регулювального клапану.

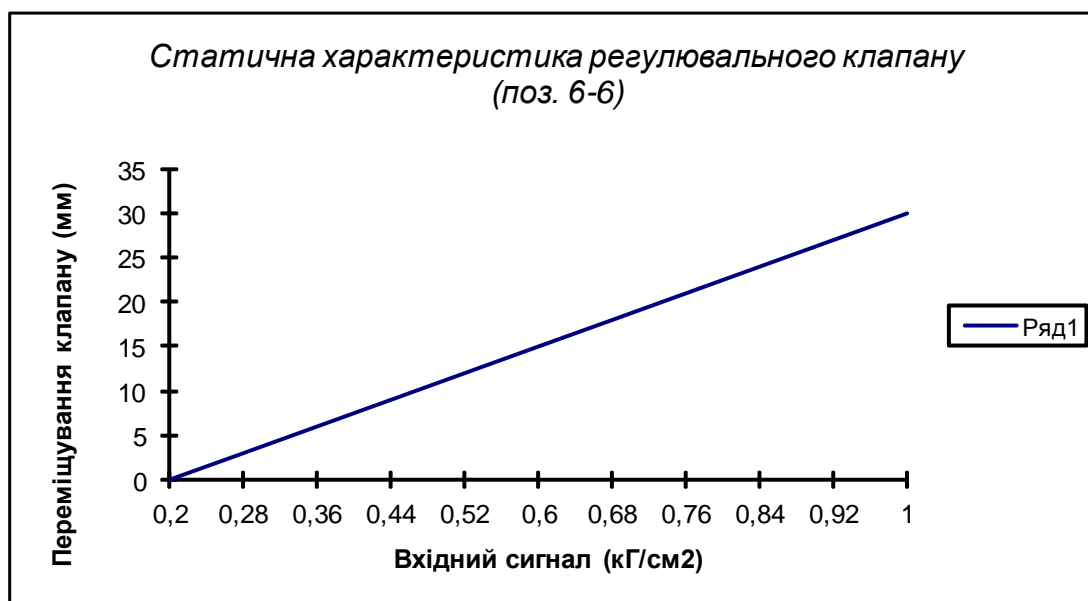


Рис. 3.40. Статична характеристика сигналів регулювального клапану у контуру регулювання температури нейтралізованої пульпи.

Таблиця № Д.6-6

X кГ/см <sup>2</sup>	0,2	0,28	0,36	0,44	0,52	0,6	0,68	0,76	0,84	0,92	1,0
Y мм	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 6-7)**

В конструкціях регулювальних клапанів використовується пристрій для контролю за переміщеннями клапану, як при збільшенні відкриття прохідного отвору трубопроводу так і при зменшенні відсотків відкриття прохідного отвору трубопроводу. Такий пристрій позначено GE (поз. 6-7) розташовується на корпусі регулювального клапану і має з'єднання зі штоком клапану, якій переміщується мембраною при змінюванні вхідного тиску повітря. Пристрій GE (поз. 6-7) розташовано у корпусі разом з електропневматичним перетворювачем сигналів. Пристрій GE (поз. 6-7) виробляє стандартний струмовий сигнал (4...20 mA), якій змінюється при зміщеннях штоку, приєднаного до клапану (поз. 6-6). Пристрій GE

по конструкції і принципу дії є вимірювачем і тому має назву – датчик положення клапану. Сигнал від датчика GE подається до блоку ручного управління (поз. 6-4), де на дисплею БРУ постійно показується значення відсотку про відкриття клапаном отвору для проходження нагрівальної пари у поверхневий теплообмінник хімічного реактора-нейтралізатора.

У датчика положення клапану GE (поз. 6-7) вхідним сигналом є зміщення клапану, тобто переміщення клапану на декілька міліметрів. Пропорційний вихідний сигнал (струм) датчика положення клапану формується в залежності від значення переміщення клапану і тому існує статична характеристика, яка повинна відповідати виду лінійної залежності. Для визначення статичної характеристики датчика положення клапану GE (поз. 6-7) обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X, \quad (3.235)$$

де  $Y$  – значення вихідного струмового сигналу з датчика (поз. 6-7);

$X$  – значення лінійного зміщення штоку з клапаном (поз. 6-6).

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (3.235) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (3.236)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (3.237)$$

Відповідно по даних з таблиці П.6-7 паспорту ТЗА рівняння (3.236) та (3.237) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 0 \quad (3.238)$$

$$20 = A + B \cdot 30 \quad (3.239)$$

Для розрахунку статичної характеристики сигналів датчика положення клапану (поз. 6-7) згідно рівняння (3.238) та (3.239) отримуємо наступну залежність (3.235) у такому вигляді  $Y = 4, 0 + 0,533 \cdot X$  (3.240)

Відповідно по залежності (3.240) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики датчика положення клапану (поз. 6-7) і записуємо дані у таблицю Д.6-7 та будуємо графік (рис. 3.41) статичної характеристики датчика положення регулювального клапану.

# Паспорт вимірювача GE (поз. 6-7)

Таблиця № П.6-7.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру регулювання			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 6-7			
Назва контрольованого параметру	% відкриття регулювального клапану			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	0 %	100 %		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	0 ... 30 мм	4.. 20 mA		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 3.41	Табл. П.6-7		
	Функція			
	$Y = 4,0 + 0,533 * X$			
Місце встановлення ТЗА	На корпусі регулювального клапану			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



Датчик положення регулювального клапану  
**РУСТ-410**

Виробник: **ООО «СОФТЕК»**  
[www.softek.com.ua](http://www.softek.com.ua)

Постачальник: **ООО КСК-АВТОМАТИЗАЦІЯ**  
0266), Київ, вул.. М. Расковой 4-б

Таблиця № Д.6-7

X мм	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Y mA	0	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

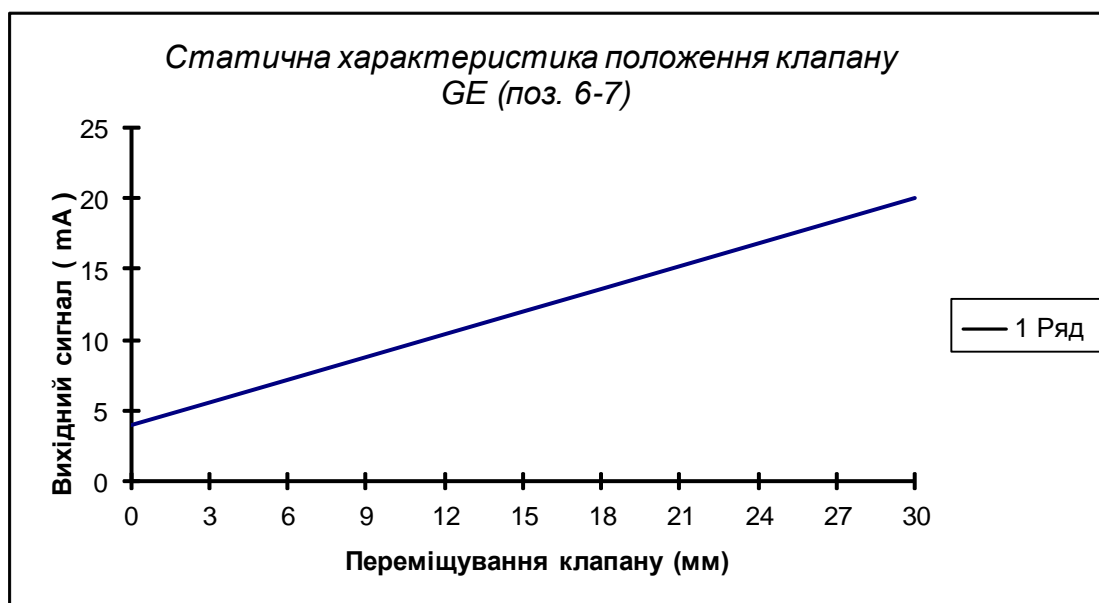


Рис. 3.41. Статична характеристика датчика положення регулювального клапану у контуру регулювання температури нейтралізованої пульпи.

#### 4. Функціональна схема контурів контролю з сигналізацією відхилення значень вимірюваних параметрів процесу

На хімічних виробництвах технологічні процеси проводяться відповідно з вимогами документу «технологічний регламент» і для більшості хімічних процесів кількість різних видів сировини подається у апарат у необхідному співвідношенні, щоби хімічна реакція проходила у заданому напрямку при відповідних температурах потоків сировини на вході у технологічний апарат. У хімічного реактора-нейтралізатора зі змішуванням потоку фосфорної пульпи з потоком аміаку  $\text{NH}_3$  для процесу важливим є початок проходження відповідної хімічної реакції нейтралізації, на що впливають значення температури потоків сировини на вході у хімічний реактор-нейтралізатор.

З цих причин у схемі (рис. 2.3) з автоматизації технологічного процесу хімічного реактора-нейтралізатора використовуються два контури контролю температур з приладами (поз. 1-3) та (поз. 7-3), які мають налаштовані блоки сигналізації про відхилення значення температури потоку фосфорної пульпи та значення температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  за допустимі MIN значення. У приладах (поз. 1-3) та (поз. 7-3) налаштовуються блоки сигналізації, за допомогою котрих

контролюються і сигналізуються відхилення значення кожної температури сировини за MIN значення відповідно до вимог технологічного регламенту на процес нейтралізації.

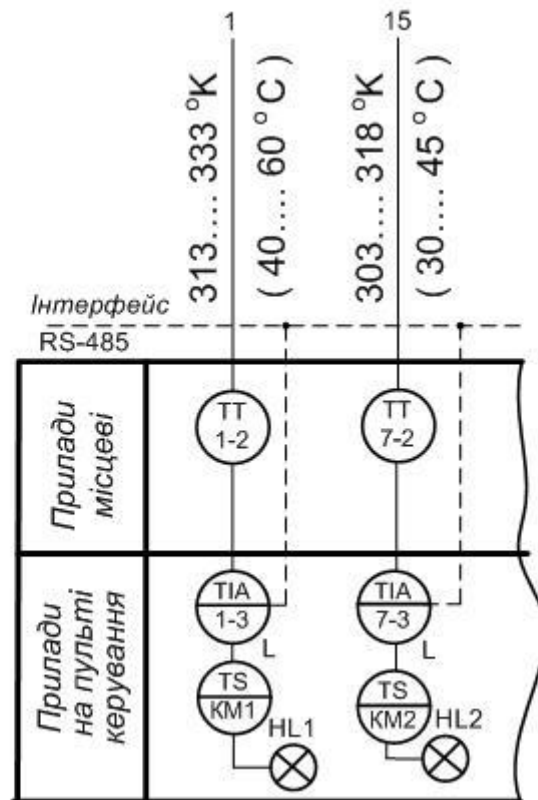
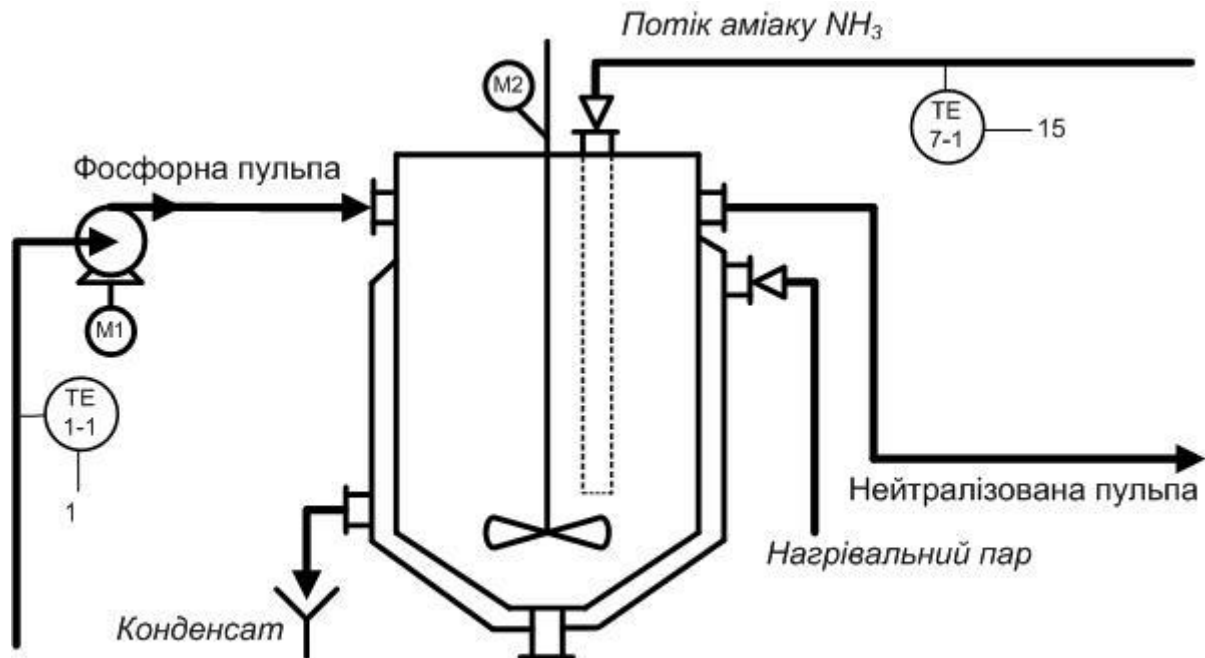


Рис. 4-1. Функціональна схема контурів контролю з технологічною сигналізацією відхилення значення вимірюваної температури.

Функціональна схема контурів контролю з технологічною сигналізацією відхилення значення вимірюваної температури показано на рис. 4-1 з урахуванням їх зображення у схемі автоматизації на рис. 2-3.

У приладах (поз. 1-3) та (поз. 7-3) з правої сторони і знизу вказується літера L, яка показує, що блок сигналізації потрібно налаштовувати тільки на MIN значення відхилення температури. Коли потік сировини має низку температуру, тоді у технологічного процесу уповільнюється початок проходження хімічної реакції нейтралізації. Для сигналізації відхилення температури за MIN значення використовуються сигнальні лампочки HL1 та HL2, для котрих живлення підключається при допомозі контактів електромагнітних реле KM1 та KM2.

Контури контролю температури потоку фосфорної пульпи та температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на вході у хімічний реактор-нейтралізатор (рис. 4-1) побудовані за допомогою пристроїв і приладів у вигляді такої структури технічних засобів автоматизації:

- вимірювачі температури потоків сировини (поз. 1-1) та (поз. 7-1);
- пристрої для передачі сигналів від вимірювачів температур до пульта керування (поз. 1-2) та (поз. 7-2);
- прилади (поз. 1-3) та (поз. 7-3), які по вхідних сигналах показують на дисплеях температури і контролюють їх відхилення за допустимі MIN значення, котрі налаштовані у блоках сигналізації цих приладів;
- електромагнітні реле (поз. KM1) та (поз. KM2), які спрацьовують по дискретних сигналах від налаштованих блоків сигналізації у приладах (поз.1-3) та (поз.7-3);
- сигнальні лампочки жовтого кольору, для котрих живлення підключається через контакти реле KM1 та KM2, коли вони спрацьовують по сигналах від блоків сигналізації у приладах (поз. 1-3) та (поз.7-3).

Далі по тексту у посібнику розглянемо, як потрібно визначати статичні характеристики для сигналів у контурах контролю з сигналізацією відхилення значення вимірюваного параметру, згідно технологічного регламенту на процес.

#### **4.1 Правила по визначенню характеристик сигналів пристроїв та приладів у контурах контролю з сигналізацією відхилення значення вимірюваного параметру технологічного процесу**

Відповідно до функціональної схеми рис. 4-1 для контурів контролю температури потоку фосфорної пульпи та потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на вході у реактор-нейтралізатор будемо визначати статичні характеристики для технічних засобів автоматизації на основі їх паспортизації та з урахуванням розташування приладів (поз. 1-3) та (поз. 7-3) у ланцюгах контурів. Прилади (поз. 1-3) та (поз. 7-3) забезпечують для вхідних потоків сировини контроль значень температур і технологічну сигналізацію, якщо значення вимірюваної температури стане менше допустимого MIN значення, яке налаштовується у блоках сигналізації цих приладів. Далі виконаємо паспортизацію та розрахунки статичних характеристик для відповідних ланцюгів вимірювання температури (поз. 1-1) та (поз. 7-1), а також для пристроїв з передачі сигналів до пульта керування (поз 1-2) та (поз. 7-2).

##### **4.1.1 Приклад паспортизації технічних засобів і визначення статичних характеристик сигналів у контуру контролю з сигналізацією температури потоку фосфорної пульпи**

Контур контролю з технологічною сигналізацією температури потоку фосфорної пульпи має у своєму складі такі технічні засоби:

- вимірювач температури потоку фосфорної пульпи (поз. 1-1);
- пристрій для передачі сигналу від вимірювача температури фосфорної пульпи до пульта керування (поз. 1-2);
- прилад (поз. 1-3), якій по значенню вхідного сигналу показує на дисплею значення температури і контролює відхилення за допустиме MIN значення, яке налаштовується у блоку сигналізації цього приладу;

- електромагнітне реле (поз. КМ1) , яке спрацьовує по дискретному сигналу від блоку сигналізації приладу (поз.1-3);
- сигнальна лампочка жовтого кольору з підключенням живлення за допомогою контакту реле КМ1, коли реле спрацьовує по сигналу від блоку сигналізації приладу (поз. 1-3).

**Визначення статичної характеристики вимірювача температури потоку фосфорної пульпи**

Статична характеристика вимірювача температури потоку фосфорної пульпи, це також залежність сталих значень вихідного пропорційного сигналу датчика від значень вимірюваної температури пульпи на вході у хімічний реактор-нейтралізатор. Для розрахунку статичної характеристики вимірювача температури потоку фосфорної пульпи використовуємо данні з таблиці П.1-1 паспорту ТЗА. У ланцюгах сигналів з контуру контролю температури статична характеристика для ТЕ (поз. 1-1) повинна відповідати виду лінійної залежності і тому для статичної характеристики вимірювача температури потоку фосфорної пульпи обираємо залежність у вигляді

$$Y = A + B \cdot X , \quad (4.1)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу вимірювача (поз. 1-1);

$X$  – значення вимірюваної температури потоку фосфорної пульпи на вході у хімічний реактор-нейтралізатор.

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (4.1) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (4.2)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (4.3)$$

Відповідно по даних з таблиці П.1-1 паспорту ТЗА рівняння (4.2) та (4.3) можна записати таким чином:

$$117,11 = A + B \cdot 313 \quad (4.4)$$

$$125,67 = A + B \cdot 333 \quad (4.5)$$



Для розрахунку статичної характеристики вимірювача температури ТЕ (поз. 1-1) згідно рівняння (4.4) та (4.5) отримуємо залежність (4.1) у такому вигляді

$$Y = -16,85 + 0,428 \cdot X \quad (4.6)$$

**Паспорт вимірювача температури ТЕ (поз. 1-1) Таблиця № П.1-1.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 1-1			
Назва контрольованого параметру	Температура фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	313 °K (40 °C)	333 °K (60 °C)		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	—	117,11 125,67 оМ		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 4.2	Табл. Д.1-1		
	Функція			
	Y = -16,85 + 0,428*X			
Місце встановлення ТЗА	На трубопроводі фосфорної пульпи		<p><b>Термометр опору ТСМ (50М) марка 1ДТС ХХ4 - 50М.А.4.500. / 5м.Ех-Т4 з кабельним виводом</b></p> <p><b>Виробник:</b> ОВЕН: Средства автоматизации, КИП и А, АСУТП. www.owen.ru</p> <p><b>Постачальник:</b> СВ АЛЬТЕРА Електроніка &amp; Автоматизация Украина, 03680, г. Киев, бульвар Ивана Лепсе, 4 www.svaltera.com</p>	
Живлення ТЗА	Струм	-		
	Напруга	-		

Відповідно по залежності (4.6) та даних з таблиці П.1-1 паспорту вимірювача ТЕ (поз. 1-1) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики

вимірювача температури потоку фосфорної пульпи і записуємо значення у таблицю даних Д.1-1. По даних таблиці Д.1-1 будуюмо графік (рис. 4.2) статичної характеристики вимірювача температури ТЕ (поз. 1-1) у залежності від значення вимірюваної температури потоку фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор.

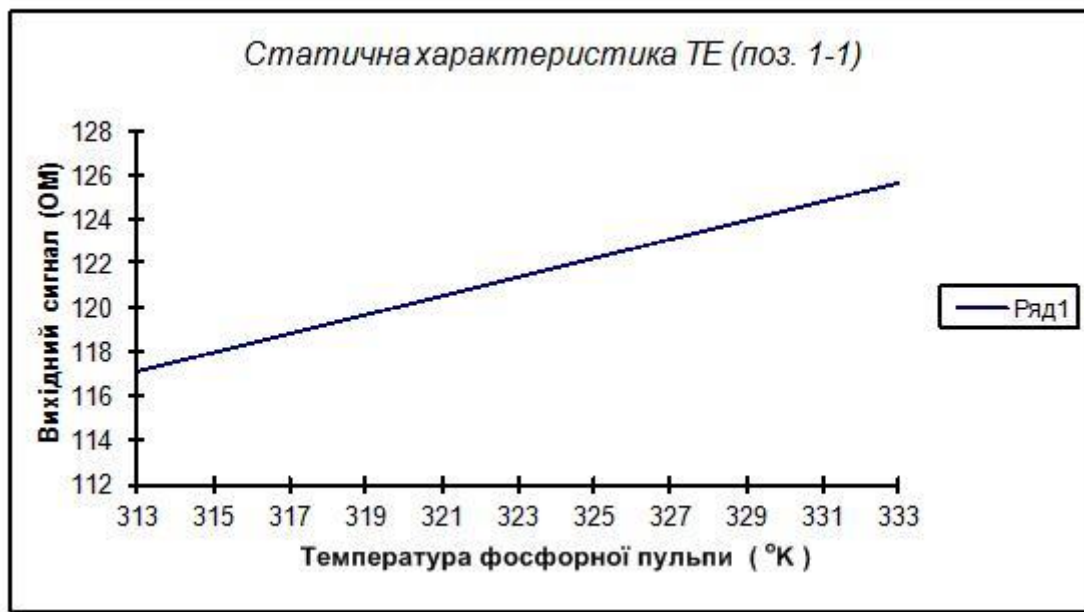


Рис. 4.2. Статична характеристика вимірювача температури потоку фосфорної пульпи у контуру контролю з сигналізацією.

Таблиця № Д.1-1

X °K	313	315	317	319	321	323	325	327	329	331	333
Y Ом	117,11	117,966	118,822	119,678	120,534	121,39	122,246	123,102	123,95	124,814	125,67

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 1-2)**

Для розрахунку статичної характеристики сигналів пристрою ТТ (поз. 1-2) у контурі контролю температури потоку фосфорної пульпи використовуємо данні з таблиці П.1-2 паспорту ТЗА.

У ланцюгах між пристроями статична характеристика для сигналів у контуру контролю повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики пристрою ТТ (поз. 1-2) обираємо залежність у такому вигляді

# Паспорт пристрою ТТ (поз. 1-2)

Таблиця № П.1-2.

<b>Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю</b>		<b>Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника</b>
<b>Позиція ТЗА на схемі автоматизації</b>	Поз. 1-2	
<b>Назва контрольованого параметру</b>	Температура сировини А на вході у реактор	
<b>Значення технологічного параметру</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
	313 гр., °K	333 гр., °K
<b>Сигнали ТЗА</b>	<b>Вхід</b>	<b>Вихід</b>
	117,11 125,67 оМ	4 ... 20 mA
<b>Статична характеристика до сигналів ТЗА</b>	<b>Графік</b>	<b>Таблиця даних</b>
	Рис. 4.3	Табл. Д.1-2
	<b>Функція</b>	
	$Y = -214,89 + 1,86 * X$	
<b>Місце встановлення ТЗА</b>	По місцю біля трубопроводу фосфорної пульпи	
<b>Живлення ТЗА</b>	<b>Струм</b>	<b>Постійний</b>
	<b>Напруга</b>	24 V



**Нормуючий перетворювач БПО-41 для одного термометра опору з чотирьох провідниковою схемою підключення.**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

$$Y = A + B * X \quad , \quad (4.7)$$

де Y – значення вихідного сигналу з пристрою (поз. 1-2);

X – значення вхідного сигналу до пристрою ТТ (поз. 1-2).

Для розрахунку значень коефіцієнтів А та В у залежності (4.7) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B * X_0 \quad (4.8)$$

$$Y_K = A + B * X_K \quad (4.9)$$

Відповідно по даних з таблиці П.1-2 паспорта ТЗА рівняння (4.8) та (4.9) можна записати таким чином:

$$4 = A + B * 117,11 \quad (4.10)$$

$$20 = A + B * 125,67 \quad (4.11)$$

Для розрахунку значень для статичної характеристики сигналів пристрою ТТ (поз. 1-2) згідно рівняння (4.10) та (4.11) отримуємо наступну залежність (4.7) у такому вигляді  $Y = -214,89 + 1,86 * X$  (4.12)

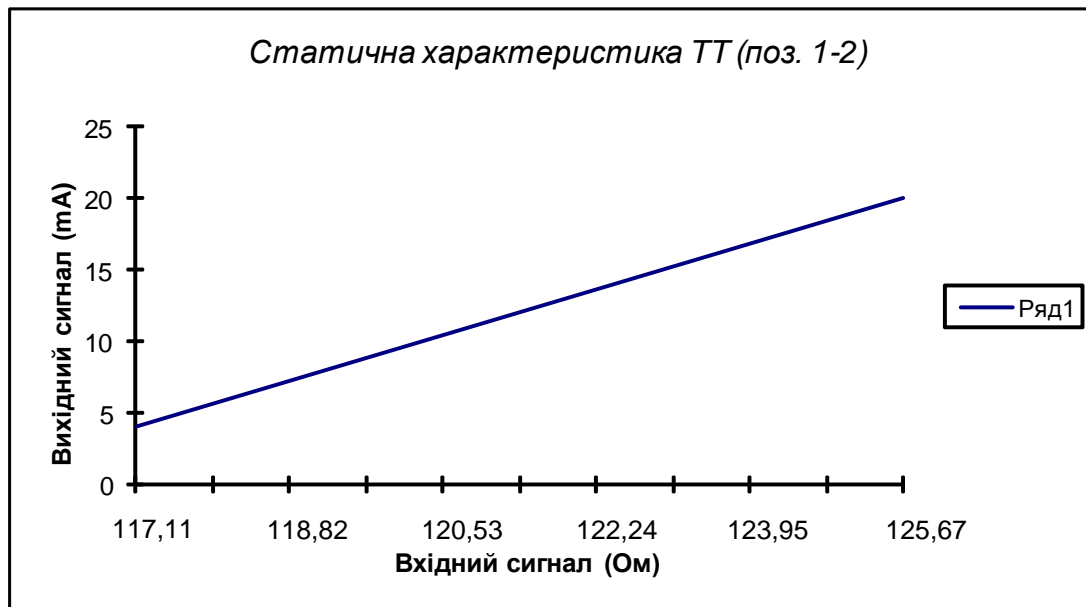


Рис. 4.3. Статична характеристика сигналів пристрою у контуру контролю з сигналізацією значення температури у потоку фосфорної пульпи.

Відповідно по залежності (4.12) розраховуємо числові значення для статичної характеристики пристрою ТТ (поз. 1-2) і записуємо значення у таблицю Д.1-2. По даним з таблиці Д.1-2 будуємо графік (рис. 4.3) статичної характеристики для пристрою ТТ, якій передає сигнал від вимірювача ТЕ (поз. 1-1) на пульт керування до приладу ТІАС (поз. 1-3).

Таблиця № Д.1-2

X оМ	117,11	117,96	118,82	119,67	120,53	121,39	122,24	123,10	123,95	124,81	125,67
Y мА	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

### **Визначення статичних характеристик приладу (поз. 1-3)**

Для розрахунку статичних характеристик сигналів приладу ТІАС (поз. 1-3) у контурі контролю температури потоку фосфорної пульпи на вході у хімічний реактор-нейтралізатор використовуємо данні з таблиці П.1-3 паспорту ТЗА.

У ланцюгах сигналів між пристроями і приладами, як це розглянуто у прикладах вище по тексту посібника, статична характеристика для сигналів у ланцюгах струмів приладу ТІАС (поз. 1-3) повинна відповідати виду такої лінійної залежності

$$Y = A + B \cdot X, \quad (4.13)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу з приладу (поз. 1-3);

$X$  – значення вхідного сигналу до приладу ТІАС (поз.1-3) .

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (4.13) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати таки рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (4.14)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (4.15)$$

Відповідно по даних з таблиці П.1-3 паспорту ТЗА рівняння (4.14) та (4.15) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 4 \quad (4.16)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (4.17)$$

Для розрахунку значень статичної характеристики сигналів приладу ТІАС (поз. 1-3) згідно рівняння (4.16) та (4.17) отримуємо наступну залежність (4.13) у такому вигляді

$$Y = 0 + 1,0 \cdot X \quad (4.18)$$

Відповідно по залежності (4.18) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики приладу ТІАС і записуємо дані у таблицю Д.1-3 та будуємо також графік (рис. 4.4) для статичної характеристики (поз. 1-3).

# Паспорт приладу ТІАС (поз. 1-3)

Таблиця № П.1-3.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника		
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 1-3				
Назва контрольованого параметру	Температура фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор				
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	<div></div> <p><b>Мікропроцесорний прилад ІТМ-11 для одного параметру з цифровою і лінійною індикацією.</b></p> <p><b>Виробник і постачальник:</b></p> <p>ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ вул. Автолитмашівська, 5 Україна, 76495 WWW.MICROL.UA</p>		
	313 гр., °K	333 гр., °K			
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід			
	4 ... 20 mA	4 ... 20 mA			
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних			
	Рис. 4.4	Табл. Д.1-3			
	Функція				
	Y= 0 + 1,0*X				
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора				
Живлення ТЗА	Струм	Змінний			
	Напруга	220 V			

Таблиця № Д.1-3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

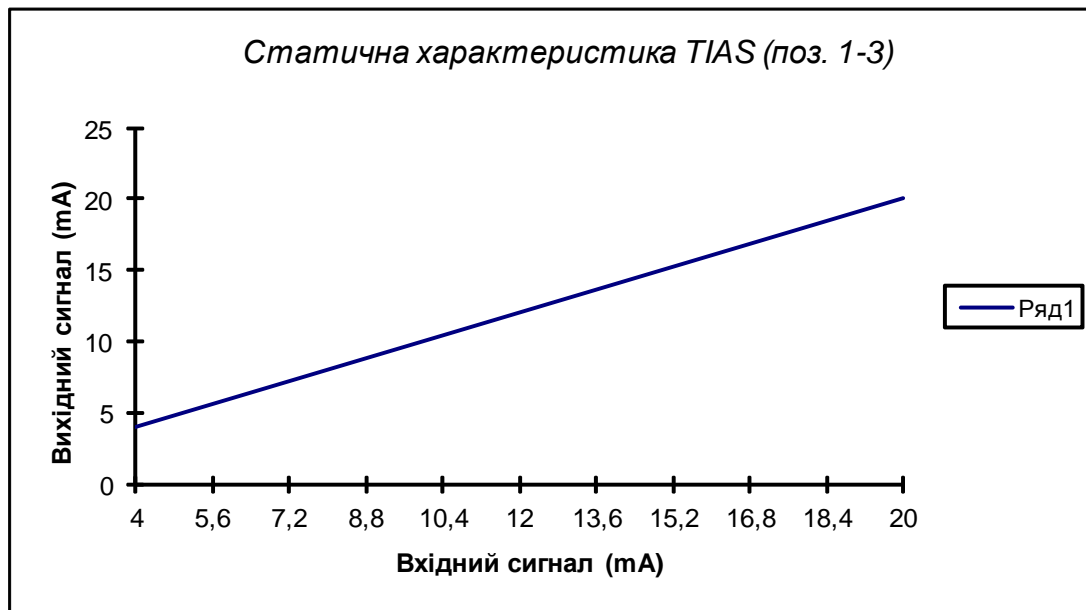


Рис. 4.4. Статична характеристика сигналів приладу у контуру контролю з сигналізацією значення температури потоку фосфорної пульпи.

Прилад TIAS (поз. 1-3) має дисплей і згідно значень вхідного струмового сигналу до приладу на дисплею відображаються відповідні значення температури у трубопроводі потоку фосфорної пульпи на вході у хімічний реактор-нейтралізатор. Відповідно необхідно розрахувати другу статичну характеристику для залежності значень температури потоку фосфорної пульпи на дисплею від вхідного сигналу до приладу TIAS. Для виконання розрахунків статичної характеристики для дисплея приладу TIAS використовуємо дані з таблиці ПД.1-3 паспорту ТЗА. Статична характеристика залежності відображення значень температури потоку фосфорної пульпи на дисплею приладу від вхідного сигналу також повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики обираємо таку лінійну залежність

$$Y = A + B \cdot X \quad , \quad (4.19)$$

де  $Y$  – значення температури на дисплею приладу (поз. 1-3);

$X$  – значення вхідного сигналу до приладу TIAS .

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (4.19) будемо використовувати чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (4.20)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (4.21)$$

Відповідно по даних з таблиці ПД.1-3 паспорту дисплея приладу (поз. 1-3) рівняння (4.20) та (4.21) можна записати таким чином

$$313 = A + B * 4 \quad (4.22)$$

$$333 = A + B * 20 \quad (4.23)$$

**Паспорт дисплея приладу ТІАС (поз. 1-3)      Таблиця № ПД.1-3.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 1-3		
Назва контролюваного параметру	Температура фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	313 гр., °K	333 гр., °K	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	4 ... 20 mA	—	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 4.5	Табл. ДД.1-3	
	Функція		
	$Y = 308,5 + 1,25 * X$		
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

**Мікропроцесорний прилад ІТМ-11 для одного параметру з цифровою і лінійною індикацією.**

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Для розрахунку статичної характеристики дисплея приладу ТІАС (поз. 1-3) згідно рівняння (4.22) та (4.23) отримуємо наступну залежність (4.19) у такому вигляді

$$Y = 308 + 1,25 * X \quad (4.24)$$



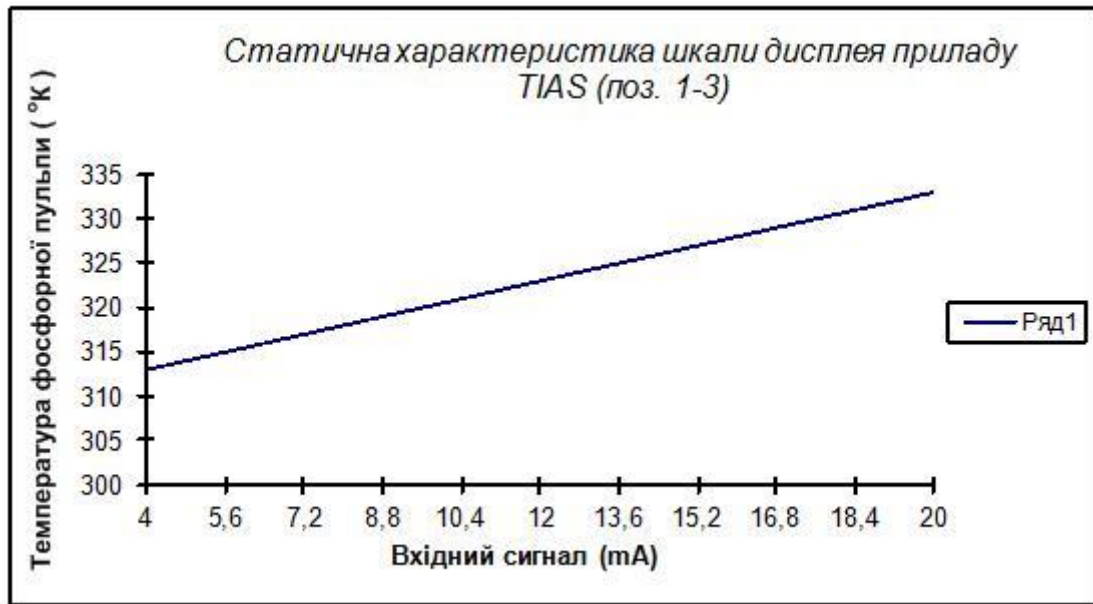


Рис. 4.5. Статична характеристика для шкали дисплея приладу у контур контролю з сигналізацією значення температури потоку фосфорної пульпи.

Відповідно по залежності (4.24) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики дисплея приладу (поз 1-3) і записуємо дані у таблицю ДД.1-3 та будуємо графік (рис. 4.5) статичної характеристики дисплея TIAS.

Таблиця № ДД.1-3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y град., °K	313	315	317	319	321	323	325	327	329	331	333

**Визначення характеристики сигналів включення і відключення живлення реле KM1 та сигнальної лампочки HL1**

Статична характеристика сигналів включення та відключення живлення для електромагнітного реле KM1 і сигнальної лампочки HL1 залежить від допустимого MIN значення відхилення температури потоку фосфорної пульпи, на котре буде зроблено налаштування блоку сигналізації у приладу TIAS (поз. 1-3) у контурі контролю з технологічною сигналізацією. На основі графіку (рис. 4.5) статичної характеристики дисплея приладу TIAS (поз.1-3) для кращого розуміння інтервалів

включення і відключення живлення у реле КМ1 та лампочки HL1 побудуємо рисунок (рис. 4.6), де легко можна побачити інтервали включення і відключення живлення електромагнітного реле КМ1 та сигнальної лампочки HL1 жовтого кольору.

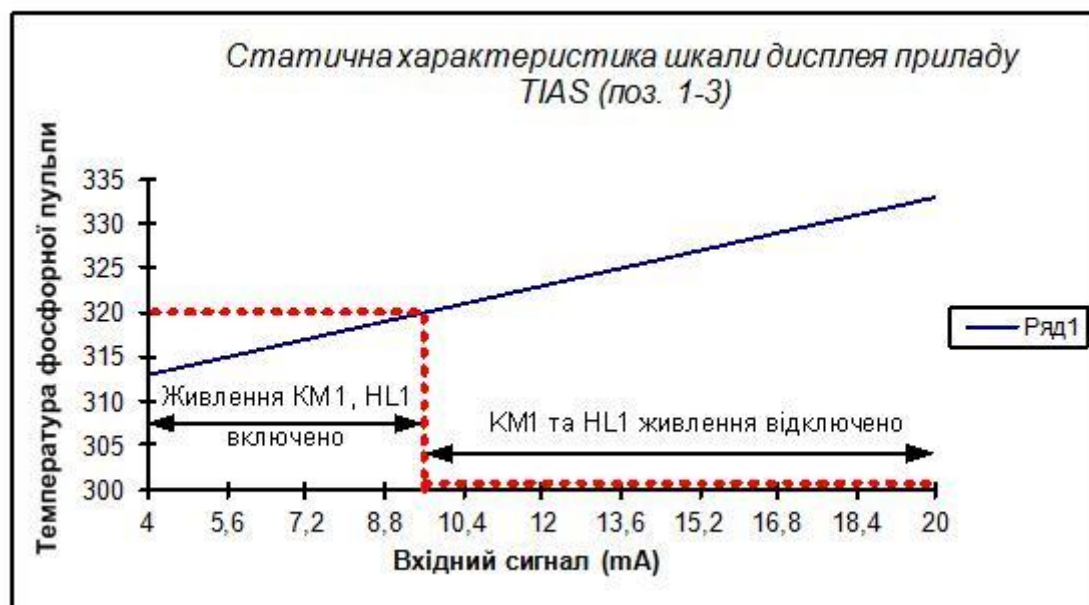


Рис. 4.6. Характеристика інтервалів включення і відключення живлення електромагнітного реле у залежності від вхідного сигналу і показу значень температури потоку фосфорної пульпи на дисплею приладу.

Аналіз графіків, зображених на (рис. 4.6) показує, що коли вхідний сигнал приладу (поз.1-3) стане менше 9 mA, тоді прилад TIAS повинен включати живлення для реле КМ1 та сигнальної лампочки HL1, що буде вказувати робочому персоналу хімічного реактора-нейтралізатора на температуру потоку фосфорної пульпи меншу, ніж допустиме MIN відхилення температури згідно технологічного регламенту на процес змішування фосфорної пульпи та аміаку  $\text{NH}_3$ . У приладу TIAS (поз. 1-3) блок сигналізації потрібно налаштовувати на MIN допустиме значення температури у 320 градусів  $^{\circ}\text{C}$ .

Коли вхідний сигнал від вимірювача температури потоку фосфорної пульпи стане змінюватися від 4 mA до 9,0 mA, тоді живлення для реле КМ1 та лампочки HL1 буде включеним, тобто сигналізація включена і буде показувати про відхилення значення вимірюваної температури.

При збільшенні для приладу TIAS вхідного сигналу від 9,0 mA до 20 mA живлення для реле KM1 та у лампочки HL1 буде відключено блоком сигналізації приладу (поз. 1-3), що буде показувати – температура потоку фосфорної пульпи відповідає значенню згідно вимог документу «технологічний регламент на процес нейтралізації фосфорної пульпи».

**Паспорт електромагнітного реле (поз. KM1)      Таблиця № П.КМ1.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	KM1			
Назва контрольованого параметру	Температура фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	313 гр., °K	333 гр., °K		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	220 V	—		
Статична характеристика сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 4.6	—		
	Функція			
	—			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом хімічного реактора			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



*Мініатюрне електромагнітне реле JQX-14FC/1H/1D/1Z з конфігурацією контактів JQX-14FC/1Z /16A*

**Виробник і постачальник :**

Chint High-Tech Industrial Zone,  
North Baixiang, Wenzhou, 325603,  
P.R.China

**Мініатюрне електромагнітне реле JQX-14FC/1H/1D/1Z з конфігурацією контактів JQX-14FC/1Z /16A**

**Виробник і постачальник :**

Chint High-Tech Industrial Zone,  
North Baixiang, Wenzhou, 325603,  
P.R.China

# Паспорт сигнальної лампочки (поз. HL1)

Таблиця № П.HL1.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	HL1			
Назва контрольованого параметру	Температура фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	313 гр., К°	333 гр., К°		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	220 V	—		
Статична характеристика сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 4.6	—		
	Функція			
	—			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		<p>Сигнальна лампа індикатор модель ND16, марка ND16-22AS/4 AC220V</p> <p>Виробник і постачальник :</p> <p>Chint High-Tech Industrial Zone, North Baixiang, Wenzhou, 325603, P.R.China</p>	
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		

## 4.1.2 Приклад паспортизації технічних засобів і визначення статичних характеристик сигналів у контуру контролю з сигналізацією температури потоку аміаку NH<sub>3</sub>

Контур контролю з технологічною сигналізацією температури потоку аміаку NH<sub>3</sub> має у своєму складі такі технічні засоби:

- вимірювач температури потоку аміаку NH<sub>3</sub> (поз. 7-1);
- пристрій (поз. 7-2) для передачі сигналу від вимірювача температури потоку аміаку NH<sub>3</sub> до пульту керування;

- прилад TIAS, якій по вхідному сигналу показує значення вимірюваної температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  і контролює відхилення за допустиме MIN значення, котре налаштовано у блоку сигналізації приладу (поз. 7-3);
- електромагнітне реле (поз. KM2) , яке спрацьовує по дискретному сигналу від налаштованого блоку сигналізації у приладу TIAS;
- сигнальна лампочка жовтого кольору, для якої живлення підключається через контакт реле KM2, коли це реле спрацьовує по сигналу від блоку сигналізації приладу (поз. 7-3).

**Визначення статичної характеристики**  
**вимірювача температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$**

Статична характеристика сигналу вимірювача температури (поз. 7-1) потоку аміаку  $\text{NH}_3$  також є залежністю сталих значень вихідного пропорційного сигналу від значень вимірюваної температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на вході у хімічний реактор-нейтралізатор. Для розрахунку статичної характеристики вимірювача температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  використовуємо данні з таблиці П.7-1 паспорту ТЗА. У ланцюгах сигналів між пристроями і приладами у контуру контролю температури статична характеристика також повинна відповідати виду лінійної залежності і тому для статичної характеристики вимірювача температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (4.25)$$

де  $Y$  – значення сигналу вимірювача температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$ ;

$X$  – значення вимірюваної температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на вході у хімічний реактор-нейтралізатор.

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (4.25) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (4.26)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (4.27)$$

Відповідно по даних з таблиці П.7-1 паспорту вимірювача температури рівняння (4.26) та (4.27) можна записати таким чином:

$$112,83 = A + B \cdot 303 \quad (4.28)$$

$$119,25 = A + B \cdot 333 \quad (4.29)$$

**Паспорт вимірювача температури ТЕ (поз. 7-1) Таблиця № П.7-1.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 7-1			
Назва контрольованого параметру	Температура потоку аміаку NH <sub>3</sub> на вході у хімічний реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	303 °K (30 °C)	318 °K (45 °C)		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	—	112,83 119,25 оМ		
Статична характеристика сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 4.7	Табл. Д.7-1		
	Функція			
	Y = -16,85 + 0,428*X			
Місце встановлення ТЗА	На трубопроводі потоку аміаку NH <sub>3</sub>		<b>Термометр опору ТСМ (50М) марка 1ДТС ХХ4 - 50М.А.4.500. / 5м.Ех-Т4 з кабельним виводом</b>  <b>Виробник:</b> ОВЕН: Средства автоматизации, КИП и А, АСУТП. <a href="http://www.owen.ru">www.owen.ru</a>  <b>Постачальник:</b> СВ АЛЬТЕРА Електроніка & Автоматизация Україна, 03680, г. Київ, бульвар Івана Лепсе, 4 <a href="http://www.svaltera.com">www.svaltera.com</a>	
Живлення ТЗА	Струм	-		
	Напруга	-		

**Термометр опору ТСМ (50М) марка 1ДТС ХХ4 - 50М.А.4.500. / 5м.Ех-Т4 з кабельним виводом**

**Виробник:**

ОВЕН: Средства автоматизации, КИП и А, АСУТП. [www.owen.ru](http://www.owen.ru)

**Постачальник:**

**СВ АЛЬТЕРА**  
Електроніка & Автоматизація  
Україна, 03680, г. Київ, бульвар  
Івана Лепсе, 4  
[www.svaltera.com](http://www.svaltera.com)

Для розрахунку статичної характеристики вимірювача температури ТЕ (поз. 7-1) згідно рівняння (4.28) та (4.29) отримуємо залежність (4.25) у такому вигляді

$$Y = -16,85 + 0,428 \cdot X \quad (4.30)$$

Відповідно по залежності (4.30) та даних з таблиці П.7-1 паспорту ТЗА розраховуємо числові значення для статичної характеристики вимірювача (поз. 7-1) температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  і записуємо значення у таблицю даних Д.7-1. По даних з таблиці Д.7-1 будуємо графік (рис. 4.7) статичної характеристики для вимірювача температури ТЕ (поз. 7-1) у залежності від значення вимірюваної температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$ .

Таблиця № Д.7-1

X °K	303	304,5	306	307,5	309	310,5	312	313,5	315	316,5	318
Y oM	112,83	113,47	114,11	114,75	115,39	116,04	116,68	117,32	117,96	118,60	119,25

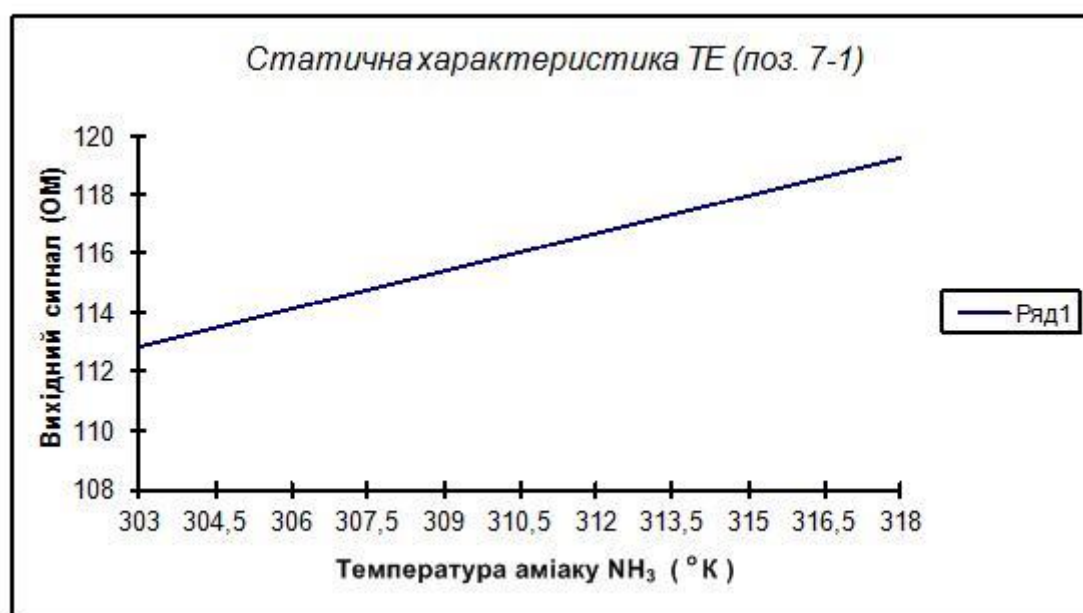


Рис. 4.7. Статична характеристика вимірювача температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$ .

### **Визначення статичної характеристики пристрою (поз. 7-2)**

Для розрахунку статичної характеристики сигналів пристрою ТТ (поз. 7-2) у контурі контролю з сигналізацією температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  використовуємо данні з таблиці П.7-2 паспорту ТЗА.



У ланцюгах сигналів між пристроями у контуру контролю статична характеристика для сигналів повинна відповідати виду лінійної залежності і тому для статичної характеристики пристрою ТТ (поз. 7-2) обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (4.31)$$

де  $Y$  – значення вихідного сигналу з пристрою (поз. 7-2);

$X$  – значення вхідного сигналу до пристрою ТТ (поз. 7-2).

### Паспорт пристрою ТТ (поз. 7-2)

Таблиця № П.7-2.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 7-2			
Назва контрольованого параметру	Температура потоку аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	303 гр., °K	318 гр., °K		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	112,83 119,25 оМ	4 ... 20 mA		
Статична характеристика сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	Рис. 4.8	Табл. Д.7-2		
	Функція			
	Y= -277,19 + 2,49*X			
Місце встановлення ТЗА	По місцю біля трубопроводу потоку аміаку NH <sub>3</sub>			
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



Нормуючий перетворювач БПО-41 для одного термометра опору з чотирьох провідниковою схемою підключення.

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Нормуючий перетворювач БПО-41 для одного термометра опору з чотирьох провідниковою схемою підключення.



Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (4.31) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (4.32)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (4.33)$$

Відповідно по даних з таблиці П.7-2 паспорту ТЗА рівняння (4.32) та (4.33) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 112,83 \quad (4.34)$$

$$20 = A + B \cdot 119,25 \quad (4.35)$$

Для розрахунку значень статичної характеристики сигналів пристрою ТТ (поз. 7-2) згідно рівняння (4.34) та (4.35) отримуємо наступну залежність (4.31) у такому вигляді

$$Y = -277,19 + 2,49 \cdot X \quad (4.36)$$

Відповідно по залежності (4.36) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики пристрою ТТ (поз. 7-2) і записуємо дані у таблицю Д.7-2 та будуємо графік статичної характеристики (рис. 4.8).

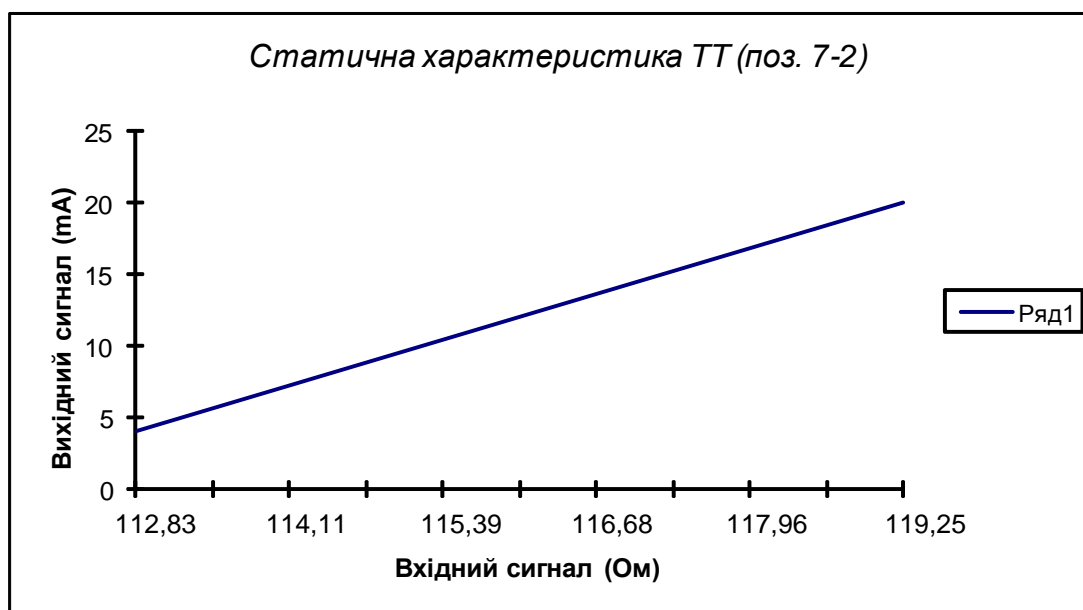


Рис. 4.8. Статична характеристика сигналів пристрою у контуру контролю з сигналізацією температури потоку аміаку  $NH_3$ .

Таблиця № Д.7-2

X оМ	112,83	113,47	114,11	114,75	115,39	116,04	116,68	117,32	117,96	118,60	119,25
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

### **Визначення статичних характеристик приладу (поз. 7-3)**

Для розрахунку статичних характеристик для сигналів приладу ТІАС (поз. 7-3) у контурі контролю з сигналізацією температури потоку аміаку NH<sub>3</sub> на вході у хімічний реактор-нейтралізатор використовуємо данні з таблиці П.7-3 паспорту ТЗА. У ланцюгах сигналів між пристроями і приладами статична характеристика для сигналів повинна відповідати виду лінійної залежності, тому для статичної характеристики сигналів приладу ТІАС (поз. 7-3) обираємо залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (4.37)$$

де Y – значення вихідного сигналу з приладу (поз. 7-3);

X – значення вхідного сигналу до приладу ТІАС (поз.7-3) .

Для розрахунку значень коефіцієнтів A та B у залежності (4.37) використовуємо чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (4.38)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (4.39)$$

Відповідно по даних з таблиці П.7-3 паспорту ТЗА рівняння (4.38) та (4.39) можна записати таким чином:

$$4 = A + B \cdot 4 \quad (4.40)$$

$$20 = A + B \cdot 20 \quad (4.41)$$

Для розрахунку значень статичної характеристики сигналів приладу ТІАС (поз. 7-3) згідно рівняння (4.40) та (4.41) отримуємо наступну залежність (4.37) у такому вигляді

$$Y = 0 + 1,0 \cdot X \quad (4.42)$$

# Паспорт приладу ТІАС (поз. 7-3)

Таблиця № П.7-3.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 7-3		
Назва контрольованого параметру	Температура аміаку NH3 на вході у реактор-нейтралізатор		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	303 гр., °K	318 гр., °K	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	4 ... 20 mA	4 ... 20 mA	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 4.9	Табл. Д.7-3	
	Функція		
	Y= 0 + 1,0*X		
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

Мікропроцесорний прилад ІТМ-11 вертикальний для одного параметру з цифровою і лінійною індикацією.

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Відповідно по залежності (4.42) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики приладу ТІАС (поз. 7-3) і записуємо дані у таблицю Д.7-3 та будуємо графік статичної характеристики (рис. 4.9).

Таблиця № Д.7-3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20

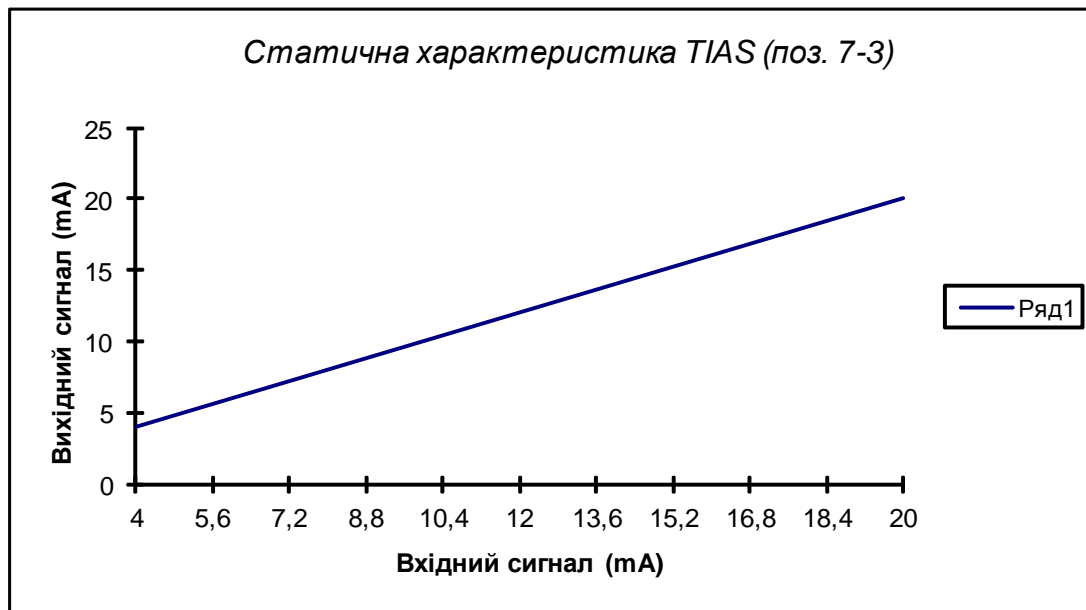


Рис. 4.9. Статична характеристика сигналів приладу у контуру контролю з сигналізацією значення температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$ .

Прилад TIAS (поз. 7-3) має дисплей і згідно значень сигналу на вході у прилад дисплей показує відповідні значення температури у трубопроводі потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на вході у хімічний реактор-нейтралізатор. Статична характеристика залежності відображення на дисплею значень температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  від вхідного сигналу до приладу також повинна відповідати виду лінійної залежності і тому обираємо лінійну залежність у такому вигляді

$$Y = A + B \cdot X, \quad (4.43)$$

де  $Y$  – значення температури потоку аміаку  $\text{NH}_3$  на дисплею приладу;  
 $X$  – значення вхідного сигналу до приладу TIAS .

Для розрахунку значень коефіцієнтів  $A$  та  $B$  у залежності (4.43) будемо використовувати чисельний метод «обраних точок», згідно якого можна записати наступні рівняння

$$Y_0 = A + B \cdot X_0 \quad (4.44)$$

$$Y_K = A + B \cdot X_K \quad (4.45)$$

Відповідно по даних з таблиці ПД.7-3 паспорту ТЗА рівняння (4.44) та (4.45) можна записати таким чином

$$303 = A + B \cdot 4 \quad (4.46)$$

$$318 = A + B \cdot 20 \quad (4.47)$$

Для розрахунку статичної характеристики дисплею приладу TIAS (поз. 7-3) згідно рівняння (4.46) та (4.47) отримуємо наступну залежність (4.43) у такому вигляді

$$Y = 299,25 + 0,937 * X \quad (4.48)$$

**Паспорт дисплея приладу TIAS (поз. 7-3)      Таблиця № ПД.7-3.**

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 7-3		
Назва контролюваного параметру	Температура аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	303 гр., °K	318 гр., °K	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	4 ... 20 mA	—	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 4.10	Табл. ДД.7-3	
	Функція		
	Y= 299,25 + 0,937*X		
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

Мікропроцесорний прилад ITM-11 вертикальний для одного параметру з цифровою і лінійною індикацією.

**Виробник і постачальник:**

ТОВ МІКРОЛ, м. Івано-Франківськ  
вул. Автолитмашівська, 5  
Україна, 76495  
WWW.MICROL.UA

Відповідно по залежності (4.48) розраховуємо числові значення даних для статичної характеристики дисплея приладу TIAS і записуємо дані у таблицю ДД.7-3 та будуємо графік статичної характеристики(рис. 3.50).

Таблиця № ДД.7 -3

X mA	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12	13,6	15,2	16,8	18,4	20
Y гр., °K	303	304,5	306	307,5	309	310,5	312	313,5	329	316,5	318

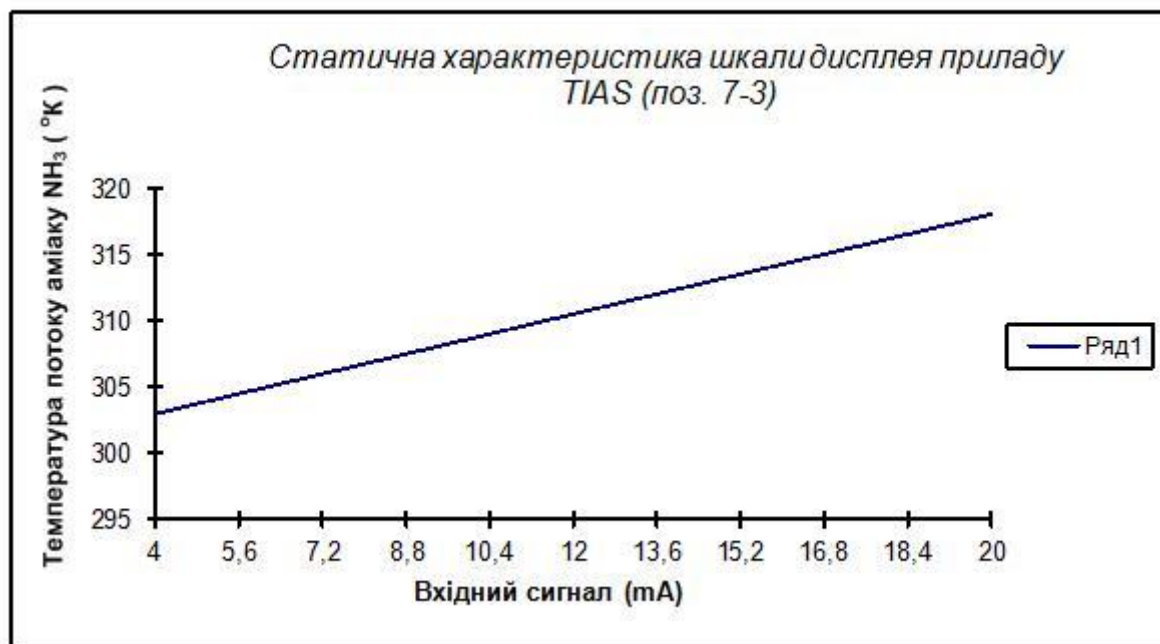


Рис. 4.10. Статична характеристика для шкали дисплея приладу у контуру контролю з сигналізацією значення температури потоку аміаку NH<sub>3</sub>.

### **Визначення характеристики з включення і відключення живлення реле KM2 і сигнальної лампочки HL2**

Статична характеристика інтервалів включення та відключення живлення електромагнітного реле KM2 та сигнальної лампочки HL2 залежить від MIN значення температури потоку аміаку NH<sub>3</sub>, на яке буде зроблено налаштування блоку сигналізації у приладу TIAS (поз. 7-3).

На основі графіку (рис. 4.10) статичної характеристики дисплею приладу TIAS (поз.7-3) для кращого розуміння інтервалів включення і відключення живлення у реле KM2 та лампочки HL2 побудуємо рисунок (рис. 4.11), де можна побачити інтервали включення і відключення живлення електромагнітного реле KM2 та сигнальної лампочки HL2.

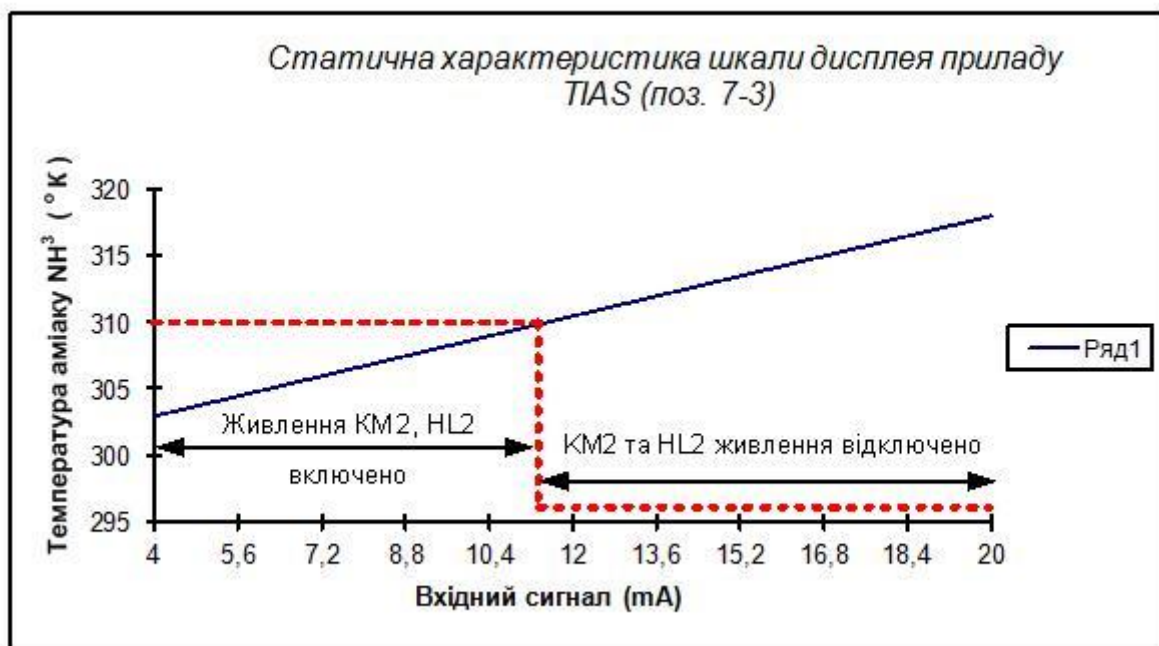


Рис. 4.11. Характеристика інтервалів включення і відключення живлення реле KM2 та лампочки HL2 у залежності від значення температури потоку аміаку NH<sub>3</sub>.

Аналіз графіків, зображених на рис. 4.11 показує, що коли вхідний сигнал до приладу (поз.7-3) стане менше 11,2 mA, тоді прилад TIAS повинен включати живлення для реле KM2 та сигнальної лампочки HL2, що буде вказувати робочому персоналу хімічного реактора-нейтралізатора на температуру потоку аміаку NH<sub>3</sub> меншу, ніж допустиме MIN відхилення температури згідно технологічного регламенту на процес змішування потоку фосфорної пульпи та потоку аміаку NH<sub>3</sub>.

У приладу (поз. 7-3) блок сигналізації потрібно налаштовувати на значення у 310 гр. °K. Коли вхідний сигнал від вимірювача температури потоку аміаку NH<sub>3</sub> стане змінюватися від 4 mA до 11,2 mA, тоді живлення для реле KM2 і у лампочки HL2 буде включеним, тобто сигналізація включена і показує про відхилення значення вимірюваної температури.

При збільшенні для приладу TIAS вхідного сигналу від 11,2 mA до 20 mA живлення для реле KM2 та у лампочки HL2 буде відключено блоком сигналізації приладу (поз. 7-3), що буде показувати – температура потоку аміаку NH<sub>3</sub> відповідає значенню згідно вимогам документу «технологічний регламент на процес нейтралізації фосфорної пульпи».

**Паспорт електромагнітного реле (поз. КМ2)**

Таблиця № П.КМ2.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника	
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. КМ2			
Назва контрольованого параметру	Температура потоку аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор			
Значення технологічного параметру	MIN	MAX		
	303 гр., °K	318 гр., °K		
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід		
	220 V	—		
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних		
	4.11	—		
	Функція			
	—			
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		<b>Виробник і постачальник :</b>  Chint High-Tech Industrial Zone, North Baixiang, Wenzhou, 325603, P.R.China	
Живлення ТЗА	Струм	Змінний		
	Напруга	220 V		



## Паспорт сигнальної лампочки (поз. HL2)

Таблиця № П.НЛ2.

Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника або постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. HL2		 <p>Сигнальна лампа індикатор модель ND16, марка ND16-22AS/4 AC220V</p>
Назва контрольованого параметру	Температура потоку аміаку NH <sub>3</sub> на вході у реактор-нейтралізатор		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	303 гр., °K	318 гр., °K	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	220 V	—	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	4.11	—	
	Функція		
	—		
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом реактора-нейтралізатора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	

Виробник і постачальник :		
Chint High-Tech Industrial Zone, North Baixiang, Wenzhou, 325603, P.R.China		

## 5. Література

- Соколовский А. А., Унанянц Т. П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. М., изд. Химия, 1977, 190 с., 35500 экз..
- Ковалевський В. М. Схема автоматизації технологічного процесу хімічного виробництва [Електронний ресурс] : Методичні вказівки по виконанню контрольної роботи курсу «Технічні засоби автоматизації – 1» кредитного модуля «Електричні елементи та пристрої автоматизації» до напрямку підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / НТУУ «КПІ» уклад. В. М. Ковалевський. – Електронні текстові дані (1 файл; 2,69 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – Назва з екрану. <http://library.kpi.ua:8080/handle/123456789/2258>
- Інформаційний ресурс: WWW.MICROL.UA

**ДОДАТОК № 1.    Приклад оформлення титульної сторінки записки РГР**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «АВТОМАТИЗАЦІЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

**РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА**

**навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації»**  
*спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»,  
ОПП «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології хімічних виробництв»*

*на тему: «Розрахунки статичних характеристик сигналів для контуру  
регулювання та контуру контролю з сигналізацією значення параметру  
технологічного процесу (назва хімічного виробництва)»*

**Виконано:        П . І. Б.**

*Студент(ка) II курсу IXФ,  
група ЛА – № XX,  
залікова книжка № ЛА – XXXX*

**Керівник розрахунково-графічної роботи:**

\_\_\_\_\_  
( посада, ініціали, прізвище )

**Нарахована сума балів:** \_\_\_\_\_

**Дата** \_\_\_\_\_ **Підпис** \_\_\_\_\_

«КПІ ім. Ігоря Сікорського»

20\_\_\_\_\_

## Додаток №2.

### ПРИКЛАД СПЕЦИФІКАЦІЇ НА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

для схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора-нейтралізатора (рис. 2-3)

Позиція на схемі	Назва параметру	Середовище і місце контролю	Граничні значення параметру	Місце монтажу	Назва пристрою і характеристика	Тип моделі	Кількість	Виробник, постачальник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Контроль температури потоку фосфорної пульпи</b>								
Поз. 1-1	Температура потоку фосфорної пульпи	Трубопровід з фосфорною пульпою	303..318 °К	По місцю	Термометр опору, $R_o = 50 \text{ Ом}$ , $-50 \dots 180^\circ\text{C}$ , $I_{\text{вимір/мах}} = 5 \text{ мА}$ , $W_{100} = 1,4280$	50М	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
Поз. 1-2	Температура потоку фосфорної пульпи	-	-	По місцю	Перетворювач сигналу від термометра опору ТСМ для передачі сигналу $4 \dots 20 \text{ мА}$ до пульта керування	БПО-32	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 1-3	Температура потоку фосфорної пульпи та сигналізація	-	303..318 °К	На пульті керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-17-К01, вихід АО1= $4 \dots 20 \text{ мА}$	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
КМ1	Технологічна сигналізація	-	-	На пульті керування	Реле електромагнітне, жив/мах АС $400\text{V}/\text{DC}24\text{V}$ контакти АС1 $16\text{A}/250\text{V}$ , контакти DC1 $16\text{A}/24\text{V}$ ,	RM63	1	м. Київ, вул. Лепсе 4, «СВ АЛЬТЕРА»
HL1	Технологічна сигналізація	-	303..318 °К	На пульті керування	Лампа «жовта», потужність $40 \text{ Вт}$ , $220 \text{ В}$ , світловий потік $415 \text{ лм}$ , робочий час $1000 \text{ год}$ , тип цоколю E27/27	Б215-225-40		м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»

Регулювання рівня об'єму маси у корпусу реактора-нейтралізатора								
Поз. 2-1	Рівень об'єму маси у корпусу реактора-нейтралізатора	Корпус реактор-нейтралізатора	0,7...4,2 м	Кришка реактора-нейтралізатора	Радарний рівнемір, FMCW-радар (8,5-9,9 ГГц), рідина/сипучі матеріали, 0...40 м, температура до 250°C, тиск до 400 bar	BM70A	1	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»
Поз. 2-2	Рівень об'єму маси у корпусу реактора-нейтралізатора	—	0,7...4,2 м	Шафа приладів біля реактора-нейтралізатора	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутації КБЗ-17-K01, вихід АО1= 4...20мА	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 2-3	Рівень об'єму маси у корпусу реактора-нейтралізатора	—	0,7...4,2 м	На пульті керування	ПД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МІК-21	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 2-4	Рівень об'єму маси у корпусу реактора-нейтралізатора	—	0,7...4,2 м	На пульті керування	Блок ручного управління, АІ1= 4...20мА, живлення 220 В, АО1= 4...20мА, плата комутацій КБЗ-24-19	БРУ-7	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 2-5	Рівень об'єму маси у корпусу реактора-нейтралізатора	—	0,7...4,2 м	Регулювальний клапан	Перетворювач сигналів Е/Р Samson 3274	Samson 3274	1	м. Київ, вул. М. Раскової. 19, оф 905
Поз. 2-6	Рівень об'єму маси у корпусу реактора-нейтралізатора	—	0,7...4,2 м	Трубопровід нейтралізованої пульпи	Регулювальний клапан, вхідний сигнал 4...20мА, живлення 230 В, кор.стійке вилів корпусу А351/ CF8М , Р <sub>у</sub> = 40, Ду 100: IV-S1	Samson 3274	1	м. Київ, вул. М. Раскової. 19, оф 905

Поз. 2-7	Рівень об'єму маси у корпусу реактора-нейтралізатора	—	—	Регулювальний клапан	Датчик положення клапану Samson 3274	Samson 3274	1	м. Київ, вул. М. Раскової. 19, оф 905
<b>Регулювання витрати фосфорної пульпи на вході у реактор-нейтралізатор</b>								
Поз. 3-1	Витрата фосфорної пульпи	Вхідний трубопровід з потоком фосфорної пульпи	2,7...6,2 м <sup>3</sup> /год	Вхідний трубопровід реактора-нейтралізатора	Витратомір з «Коріолісових сил», одна пряма вимірювальна труба, DN 80, від 950 ...4000 кг/год, клас:0,1 %, температура потоку -40 ...+150°C	Optimass 7000	1	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»
Поз. 3-2	Витрата фосфорної пульпи	—	—	Вхідний трубопровід реактора-нейтралізатора	Електричний блок з формування вихідного сигналу АО1 4...20 мА, живлення 220 В	Блок Optimass 7000-E	1	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»
Поз. 3-3	Витрата фосфорної пульпи	—	2,7...6,2 м <sup>3</sup> /год	На пульті керування	ПД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МК-21	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 3-4	Управління вихідним сигналом регулятора	—	—	На пульті керування	Блок ручного управління, АІ1= 4...20мА, живлення 220 В, АО1= 4...20мА, плата комутацій КБЗ-24-19	БРУ-7	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 3-5	Перетворювач вихідного сигналу регулятора	—	—	На корпусу регулювального клапану	Перетворювач електричного сигналу в пневматичний сигнал, АІ1= 4...20мА / 0,2...1,0 кг/см <sup>2</sup> , з влаштованим електричним	ЭПП-300	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»

					контролером положення штоку клапану, АО1= 4...20мА			
Поз. 3-6	Регулювання витрати фосфорної пульпи	—	2,7...6,2 м <sup>3</sup> /год	Вхідний трубопро від реактора	Пневматичний регулювальний клапан, Ду=150, Ру=25, температура до 225°C	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803«ООО СОФТЕК»
Поз. 3-7	Регулювання витрати фосфорної пульпи	—	—	На корпусу регулюва льного клапану	Датчик положення клапану РУСТ 510-1	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803«ООО СОФТЕК»
<b>Регулювання співвідношення витрати аміаку NH<sup>3</sup> на вході у реактор-нейтралізатор</b>								
Поз 4-1	Регулювання витрати аміаку NH <sup>3</sup>	Вхідний трубопровід з потоком аміаку NH <sup>3</sup>	1,4...3,3 м <sup>3</sup> /год	Вхідний трубопро від реактора	Електромагнітний витратомір, Ду=150 мм, основна похибка 0,5 %, робочий тиск потоку 4,00 МПа, вихідний сигнал 4...20 мА, корпус Ехіа	Метран-370	1	м. Київ, вул. Гарматна, 2, оф. 407
Поз. 4-2	Регулювання витрати аміаку NH <sup>3</sup>	Вхідний трубопровід з потоком аміаку NH <sup>3</sup>		Вхідний трубопро від реактора	Електронний блок витратоміра для дистанційної передачі сигналу	Метран-370	1	м. Київ, вул. Гарматна, 2, оф. 407
Поз. 4-3	Регулювання відношення витрати аміаку NH <sup>3</sup>	—	1,4...3,3 м <sup>3</sup> /год	На пульті керування	ПІД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МІК-25	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 4-4	Регулювання відношення витрати аміаку NH <sup>3</sup>	—	—	На пульті керування	Блок ручного управління, АІ1= 4...20мА, живлення 220 В, АО1= 4...20мА, плата комутацій КБЗ-24-19	БРУ-7	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»

Поз. 4-5	Перетворювач вихідного сигналу регулятора	—	—	На копусі регулювального клапану	Перетворювач електричного сигналу в пневматичний сигнал, АІ1= 4...20мА / 0,2...1,0 кг/см <sup>2</sup> , з влаштованим електричним контролером положення штоку клапану, АО1= 4...20мА	ЭПП-300	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
Поз. 4-6	Регулювання витрати аміаку NH <sup>3</sup>	—	1,4...3,3 м <sup>3</sup> /год	Вхідний трубопровід реактора-нейтралізатора	Пневматичний регулювальний клапан, Ду=75, Ру=25, температура до 225°C	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
Поз. 4-7	Датчик зміщення клапану	—	—	На копусі регулювального клапану	Датчик зміщення клапану РУСТ 510-1	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
<b>Контроль рН потоку нейтралізованої пульпи на виході реактора-нейтралізатора</b>								
Поз. 5-1	Контроль рН потоку нейтралізованої пульпи на виході реактора	Вихідний трубопровід з потоком нейтралізованої пульпи	5,3...6,2 рН	Вихідний трубопровід реактора	Проточний блок для вимірювання рН з вихідним сигналом 0..20 мА	ПП-10-1	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолїтмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 5-2	—	—	5,3...6,2 рН	Вихідний трубопровід реактора	Мікропроцесорний контролер рН, плата комутацій КБЗ-8-07, вихід АО1= 4...20мА	ПП-10-2	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолїтмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 5-3	Показання рН потоку	-	5,3...6,2 рН	На пульті керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул.

	нейтралізовано ї пульпи на виході реактора				комутацій КБЗ-17-К01, вихід АО1= 4...20мА			Автолітмашевсь ка, 5, ООО «МІКРОЛ»
<b>Регулювання температури нейтралізованої пульпи на виході реактора-нейтралізатора</b>								
Поз. 6-1	Температура пульпи на виході з реактора	Трубопровід пульпи на виході з реактора	423..463 ° К	По місцю	Термометр опору, R <sub>0</sub> =50 Ом, -50...180°С , I <sub>вимір/мах</sub> =5 мА, W <sub>100</sub> =1,4280	50М	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
Поз. 6-2	Температура пульпи на виході з реактора	—	—	По місцю	Перетворювач сигналу від термометра опору ТСМ для передачі сигналу 4...20 мА до пульта керування	БПО-32	1	м. Івано- Франківськ, вул. Автолітмашевсь ка, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 6-3	Температура пульпи на виході з реактора	—	423..463 ° К	На пульті керування	ПІД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МІК-21	1	м. Івано- Франківськ, вул. Автолітмашевсь ка, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 6-4	Управління вихідним сигналом регулятора	—	—	На пульті керування	Блок ручного управління, АІ1= 4...20мА, живлення 220 В, АО1= 4...20мА, плата комутацій КБЗ-24- 19	БРУ-7	1	м. Івано- Франківськ, вул. Автолітмашевсь ка, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 6-5	Перетворювач вихідного сигналу регулятора	—	—	На копусі регулюва льного клапану	Перетворювач електричного сигналу в пневматичний сигнал, АІ1= 4...20мА / 0,2...1,0 кг/см <sup>2</sup> , з влаштованим електричним контролером положення штоку клапану, АО1= 4...20мА	ЭПП-300	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»



Поз. 6-6	Регулювання температури пульпи на виході з реактора	—	423..463 ° K	Вхідний трубопро від пари	Пневматичний й регулювальний клапан, Ду=150, Ру=25, температура до 225°C	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803«ООО СОФТЕК»
Поз. 6-7	Положення клапану	—	—	—	Положення клапану РУСТ 510-1	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803«ООО СОФТЕК»
<b>Дистанційне управління електромотором М1</b>								
МП1	Вмик/Вимик живлення 380 В, М1	Насос потоку фосфорної пульпи	380 В, 10 кВт	На пульті керування	Магнітний пускач, роб. струм 23 А, допустима потужність електромотора 10кВт живлення 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	1	м. Київ вул. Магнітогорська 1а «ТЕХНОТОН»
SA1	Вмик/Вимик живлення до МП1	—	220 В	На пульті керування	Кулачковий перемикач ланцюга живлення МП1, 220 В	4G25-10-US5-R112	1	м. Івано-Франківськ, вул. Красівського, 20
SB1	Вимикання живлення М1	—	220 В	На пульті керування	Кнопка управління, типу АСКО, червона «Старт»	XB2-BA31	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а , «ТЕХНОТОН»
HL3	Сигналізація вимикання живлення М1	—	220 В	На пульті керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю Е27/27	Б215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
SB2	Вмикання живлення М1	—	220 В	На пульті керування	Кнопка управління, типу АСКО, зелена «Старт»	XB2-BA42	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а , «ТЕХНОТОН»

HL4	Сигналізація вмикання живлення M1	—	220 В	На пульті керування	Лампа «зелена», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю E27/27	Б215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
<b>Дистанційне управління електромотором M2</b>								
МП2	Вмик/Вимик живлення 380 В, M2	Змішувач реактора-нейтралізатора	380 В, 10 кВт	На пульті керування	Магнітний пускач, роб. струм 23 А, допустима потужність електромотора 10кВт живлення 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	1	м. Київ вул. Магнітогорська 1а «ТЕХНОТОН»
SA2	Вмик/Вимик живлення до МП2	—	220 В	На пульті керування	Кулачковий перемикач ланцюга живлення МП2, 220 В	4G25-10-US5-R112	1	м. Івано-Франківськ, вул. Красівського, 20
SB3	Вимикання живлення M2	—	220 В	На пульті керування	Кнопка з підсвічуванням, червона, рівень захисту IP 66, 220 В,	ELFIN030	1	м. Київ вул. Кіквідзе. 43 ООО «КВК-Електро»
SB4	Вмикання живлення M2	—	220 В	На пульті керування	Кнопка з підсвічуванням, зелена, рівень захисту IP 66, 220 В,	ELFIN030	1	м. Київ вул. Кіквідзе. 43 ООО «КВК-Електро»
<b>Контроль температури потоку аміаку NH<sup>3</sup></b>								
Поз. 7-1	Температура потоку аміаку NH <sup>3</sup>	Трубопровід аміаку NH <sup>3</sup>	303..318 ° К	По місцю	Термометр опору, R <sub>0</sub> =50 Ом, -50...180°С, I <sub>вимір/тах</sub> =5 мА, W <sub>100</sub> =1,4280	50М	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
Поз. 7-2	Температура потоку аміаку NH <sup>3</sup>	—	—	По місцю	Перетворювач сигналу від термометра опору ТСМ для передачі сигналу 4...20 мА до пульта керування	БПО-32	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»

Поз. 7-3	Температура потоку сировини Б та сигналізація	—	303..318 ° K	На пульті керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-17-К01, вихід АО1= 4...20 мА	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
КМ2	Технологічна сигналізація	—	—	На пульті керування	Реле електромагнітне, контакти АС1 16А/250V, контакти DC1 16А/24V? тах живлення АС 400V/DC 24 V	RM63	1	м. Київ, вул. Лепсе 4, «СВ АЛЬТЕРА»
HL2	Технологічна сигналізація	—	303..318 ° K	На пульті керування	Лампа «жовта», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю Е27/27	Б215-225-40		м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»